

Aus der chirurgisch-orthopädischen Abteilung des Städtischen  
Krankenhauses Berlin-Britz  
Chefarzt: Professor Dr. med. Günter Friedebold

---

Zur primären Stabilität der  
Osteosynthesen bei Frakturen am  
coxalen Femurende

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung der medizinischen Doktorwürde  
an der  
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Wolfgang Kossyk  
aus Berlin

1967





Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41533915\\_0046](https://archive.org/details/IA41533915_0046)



Aus der chirurgisch-orthopädischen Abteilung des Städtischen  
Krankenhauses Berlin-Britz  
Chefarzt: Professor Dr. med. Günter Friedebold

---

Zur primären Stabilität der  
Osteosynthesen bei Frakturen am  
coxalen Femurende

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung der medizinischen Doktorwürde  
an der  
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Wolfgang Kossyk  
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Alfred N. W i t t  
Referent: Professor Dr. med. Günter F r i e d e b o l d  
Korreferent: Professor Dr. med. Alfred N. W i t t



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 11.7.1967

# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

|                                                                                                                             | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| TEIL A. EINLEITUNG                                                                                                          | 1     |
| TEIL B. METHODIK                                                                                                            | 8     |
| TEIL C. ERGEBNISSE                                                                                                          | 17    |
| TEIL D. DISKUSSION                                                                                                          | 28    |
| <u>I. Zur Osteosynthese der Schenkelhalsfrakturen</u>                                                                       | 28    |
| 1. Allgemeines über die Geschlechtsverteilung,<br>das Durchschnittsalter und die Frakturtypen<br>bei Schenkelhalsfrakturen: | 28    |
| 2. Faktoren die die Stabilität der Schenkelhals-<br>fraktur beeinflussen und ihre Bedeutung beim<br>eigenem Krankengut:     | 31    |
| 3. Postoperative Komplikationen:                                                                                            | 70    |
| 4. Nachuntersuchungen:                                                                                                      | 72    |
| <u>II. Zur Osteosynthese der pertrochanteren Femur-<br/>           frakturen</u>                                            | 83    |
| 1. Allgemeines über den Frakturtyp, das Alter und<br>die Reposition der pertrochanteren Frakturen:                          | 83    |
| 2. Zur Stabilität der mit einer Osteosynthese ver-<br>sorgten pertrochanteren Femurfraktur:                                 | 86    |
| 3. Über Nagelbruch, Osteomyelitis und das funktio-<br>nelle Ergebnis bei den pertrochanteren Fraktu-<br>ren:                | 99    |
| 4. Nachuntersuchungen:                                                                                                      | 100   |
| TEIL E. ZUSAMMENFASSUNG                                                                                                     | 103   |



## A. EINLEITUNG

Die operative Behandlung der Frakturen am coxalen Femurende gehört heute zum therapeutischen Allgemeingut fast jeder orthopädischen oder allgemein-chirurgischen Klinik. Nur bei der Versorgung der pertrochanteren Frakturen des Femur, bei denen es nur sehr selten zu Pseudarthrosen kommt, vertreten vor allem ältere Chirurgen oft einen überwiegend konservativen Standpunkt.

Wie kaum ein anderes Gebiet der Frakturenheilkunde hat die therapeutische Entwicklung dieses Gebietes das Denken und Handeln der Unfallchirurgen beeinflusst und gewandelt. Dabei mußten viele Vorurteile beseitigt werden. Zugleich aber trat die Anwendung von Osteosynthesen immer mehr in den Vordergrund, ohne die die heutige Knochenchirurgie bei aller berechtigten Kritik nicht mehr denkbar ist. Aus diesem Grunde soll die historische Entwicklung in der Behandlung dieser Frakturen gezeigt werden. Dabei werden die Schenkelhalsfrakturen und die pertrochantere Femurfraktur getrennt betrachtet, da die Gründe für die operative Behandlung beider Frakturarten grundsätzlich verschieden sind.

Bei den Brüchen des Schenkelhalses gelten als klassische Behandlungsverfahren die Extensionsbehandlung und die Ruhigstellung im WHITMAN-Gips. Noch 1932 vertritt MAGNUS in Deutschland die Therapie mit Drahtextension durch den Tibiakopf. Leider sind aus seinen Angaben keine genauen Erfolgszahlen zu sehen. Wie sehr die Versorgung dieser Fraktur im Argen lag, zeigen die Ergebnisse von KRABBEL, der berichten konnte, daß von 305 der Berufsgenossenschaften gemeldeten Schenkelhalsbrüchen 154 zu Hause im Bett behandelt wurden. Insgesamt wurden von den 305 Patienten nur 8 mit dem Gipsverband versorgt, 1 Patient wurde genagelt und fünfmal wurde der Femurkopf exstirpiert. Durchweg war jedoch mit der Extensionsbehandlung in den wenigsten Fällen knöchernde Heilung zu erzielen. Man machte dafür die anatomischen Gegebenheiten, wie schlechte Gefäßversorgung und fehlendes Periost bei intraartikulärer Lage, verantwortlich. Exakte Reposition und Ruhigstellung standen nicht so sehr im Mittelpunkt der Diskussionen.

WHITMAN dagegen (1902, 1906, 1938) konnte zeigen, daß eine knöchernde Heilung dieser Frakturen möglich ist. Er forderte exakte Repo-

sition und Retention der Fragmente. Erreicht wurde dies durch starke Extension und Innenrotation in Längsrichtung und anschließende Abduktion des Femurs, so daß der Trochanter major sich fest am Beckenknochen abstützte. In dieser Stellung wurde ein großer Beckengips angelegt, der bis zum Thorax hinaufreichte. Aber auch hier vermochte der dicke Weichteilmantel nicht, eine sichere Retention zu garantieren.

STÖHR berichtet 1936 abschließend über die Ergebnisse der BÖHLERschen Klinik mit dem WHITMAN-Verfahren. Bei 27 Patienten entwickelte sich 8 mal eine Pseudarthrose. Wenn man bedenkt, daß von diesen 27 Fällen 7 Patienten einen eingekeilten Abduktionsbruch hatten, so stimmen diese Zahlen mit der Ansicht überein, daß mit dem Gipsverband nur eine Heilung von 30-50 % erzielt werden kann. Schon damals wurden die lange Immobilisation und die daraus erwachsenen Gefahren für den Patienten erkannt. Oft war es aus allgemeinen Gründen unmöglich, diese lange, 5-6 Monate dauernde, Ruhigstellung durchzuführen BÖHLER (1932).

Schon frühzeitig hatten sich daher einige Pioniere der Chirurgie der Osteosynthese zugewandt. Es war ihr Bestreben, eine unmittelbare Fixation der Fragmente zu erreichen. So berichtet v. LANGENBECK 1878, im Jahre 1858 bei einer Patientin mit einer Schenkelhalspseudarthrose eine "transtrochantere Verschraubung" vorgenommen zu haben. Die Patientin sei anschließend einer schweren Infektion erlegen. Auch KÖNIG (1878, 1893, 1902) berichtet über Verschraubungen von frischen Schenkelhalsfrakturen. Es waren aber nur Einzelfälle, über die berichtet wurde.

Ab 1907 begann PIERRE DELBET systematisch mit der Verwendung von Metallschrauben, die erst freihändig, dann mit einem Führungsgerät eingeführt wurden. Über die Kasuistik von 128 Fällen, die so von DELBET operiert wurden, berichtet 1920 BASSET. Auch LEVEUF und GIRODE konnten 1927 einen großen Teil der von DELBET versorgten Patienten nachuntersuchen. Die Ergebnisse stellten etwas Neues und Erstaunliches dar; trotzdem waren die Erfolge denen der konservativen Methode nach WHITMAN nicht überlegen. Vom 60. Lebensjahr der Patienten an sahen sie nur 50 % knöchernende Heilung. So war gegen 1930 konservatives und operatives Verfahren mit gleichen Mißerfol-

gen behaftet, so daß keiner der beiden Methoden der Vorzug gegeben wurde.

Die Erfolge der Metallosteosynthese in den ersten 30 Jahren dieses Jahrhunderts waren dennoch nicht ermutigend. Auch die von LEXER angegebene Bolzung mit autoplastischen Spänen führte nicht weiter, da die Transplantate nicht einheilten, ja sogar meist frakturierten. So wird gerade von LEXER die heroische primäre Exstirpation des Kopfes mit Einstellung des Halses in die Pfanne empfohlen, damit gar nicht erst die ja sowieso unsicheren Heilungsergebnisse bei konservativen Vorgehen abgewartet werden müssen.

Erst die Veröffentlichung von SMITH-PETERSEN (1931) brachte einen entscheidenden Wandel in der Therapie der Schenkelhalsfraktur. Er berichtet darin von der Anwendung eines dreikantigen Metallnagels, den er seit 1925 bei 24 Patienten zur Osteosynthese verwendet hatte. Dabei wurde unter Eröffnung des Gelenkes, also unter Sicht des Auges, der Nagel vom Trochantermassiv her durch die reponierten Fragmentanteile geschlagen.

Dieser Dreikantnagel hat auf Grund seiner großen Oberfläche einen festen Sitz in den Fragmenten, hält sie stabil in der gegebenen Stellung und verhindert auch die gefürchtete Rotation des Kopfes.

Die Methode von SMITH-PETERSEN wurde begeistert aufgenommen. Selbst BÖHLER (1932), als Hauptvertreter der konservativen Frakturenbehandlung, führte mit dem SMITH-PETERSEN-Nagel schon von 1930-32 zehn Nagelungen durch, und er sah bis auf einen Todesfall keinen Mißerfolg im Sinne einer ausbleibenden knöchernen Heilung.

Allerdings wurden bald Stimmen laut, den großen intraartikulären Eingriff durch einen schonenden extraartikulären Eingriff zu ersetzen. Unabhängig voneinander berichteten der Österreicher JERUSALEM und der Schwede JOHANSSON (1932) über eine derartige Methode. Sie modifizierten den Dreikantnagel durch einen zentralen Bohrkanaal. Nach genügender Reposition führten sie einen KIRSCHNER-Draht in die Fragmente ein, der bei guter Lage als Führungsschiene für den durchbohrten Nagel verwendet wurde. Dieser konnte also ohne Eröffnung des Gelenkes eingeschlagen werden. In dieser Form hat sich die Schenkelhalsnagelung auch noch bis heute bewährt, nur daß die Kanten des Nagels von FELSENREICH (1937) lamellenartig ausgezogen wurden und damit eine noch größere Oberfläche erreicht wurde.

Selbst SMITH-PETERSEN führte dann schließlich auch nur noch die extraartikuläre Nagelung durch (1937).

Zwei Erfordernisse mußten aber bei dieser "blinden" Nagelungsmethode noch sicher erfüllt werden. Erstens, die primäre Bestimmung einer guten Nagellage mit einem Zielinstrument, und zweitens die Möglichkeit der exakten und schnellen Röntgenkontrolle der Fragmentstellung und Nagellage während der Operation. Es ist besonders der Verdienst FELSENREICH's, der in seiner Monographie 1937 die Anwendung einer doppelten Röntgenröhre und eines Schnellentwicklers forderte und beschrieb.

Von der Fülle der entwickelten Zielgeräte sei hier das von VALLS angegeben, das im deutschen Sprachgebiet häufig Anwendung fand. Einen Fortschritt stellt auch die Vorrichtung von A.N. WITT dar, die es ermöglicht, schnell und sicher die richtige Lage des Führungsdrahtes sowohl in der frontalen als auch in der axialen Ebene zu finden. Es wird als "Brausegießkannengerät" bezeichnet. Die moderne Technik hat schließlich mit dem Bildwandler eine Möglichkeit geboten, während der Operation Fragmentstellung und Nagellage laufend zu kontrollieren.

Die histologischen Untersuchungen von FELSENREICH (1938-40) und die klinischen und experimentellen Ergebnisse von PUTTI runden das Bild über die Osteosynthese der Schenkelhalsfraktur insofern ab, als bei allen frischen Schenkelhalsbrüchen, mit Ausnahme der eingekeilten Abduktionsfrakturen, die Metallosteosynthese mit Nagel oder Schraube als das Verfahren der Wahl anzusehen ist.

Trotzdem sahen alle kritischen Autoren immer wieder Mißerfolge, die so gar nicht mit den Erfahrungstatsachen einer stabilen Osteosynthese vereinbart werden konnten.

Es ist der Verdienst FRIEDRICH PAUWELS' diese Uneinheitlichkeit bei der Heilung der Schenkelhalsfraktur in genialer Konzeption aufgeklärt zu haben. In seiner 1935 erscheinenden Monographie: "Der Schenkelhalsbruch, ein mechanisches Problem", kann er klar beweisen, daß nicht die anatomische Lokalisation der Schenkelhalsfraktur für das Schicksal dieses Bruches entscheidend ist, sondern die mechanische Konstellation der Fraktur, die weitgehend von der Neigung der Frakturebene zur Horizontalen abhängt. Scher- und Zugspannungen wirken dabei schädigend, Druckspannungen fördernd auf das Regenerat. Die klinischen Beweise für diese theoretischen Annahmen liefern die Erfolge bei der Behandlung der Schen-

kelhalspseudarthrosen mit der PAUWELS'schen Umstellungsosteotomie (PAUWELS 1925, 1929, 1949). Im Rahmen dieser mechanischen Analyse haben Schraube und Nagel die Aufgabe, besonders die schädigenden Scherkräfte aufzuheben, so daß allein die fördernde Druckbeanspruchung zur Geltung kommt.

Während bei der Schenkelhalsfraktur eine stabile Osteosynthese der Fragmente zur Ausbildung einer knöchernen Heilung unbedingt notwendig ist, liegen die Dinge bei den pertrochanteren Femurfrakturen ganz anders. Diese Brüche haben eine ganz ausgezeichnete Heilungstendenz; Pseudarthrosen sind extrem selten. Da die notwendige Ruhigstellung der Fraktur ca. 10-12 Wochen dauert, mußten die Patienten für diese Zeit das Bett hüten. Komplikationen des Respirationstraktes, des Kreislaufes und der Harnwege sind deshalb keine Seltenheit und für einen letalen Ausgang verantwortlich. So wurde die Beobachtung, daß diese Komplikationen bei genagelten und früh mobilisierten Patienten mit Schenkelhalsfrakturen nicht so häufig auftraten, zum Anlaß genommen, auch Patienten mit einer pertrochanteren Femurfraktur operativ zu versorgen. Man erhoffte sich davon eine Verminderung der Mortalität. Die Osteosynthese in diesem Bereich muß also stabil sein, damit schon nach kurzer Zeit eine Belastung der Fraktur möglich ist, ohne daß die erzielte Fragmentstellung verändert wird. Das ist insofern schwierig, weil der Trochanteranteil, der zum distalen Fragment gehört, oft sehr schmal ist, wie MOSER zeigen konnte. In diesem schmalen, spongiösen Knochen findet ein normaler Schenkelhalsnagel keinen Halt, so daß es zur Sprengung des Knochens und zur Varusfehlstellung kommt. EHALT, WINKELBAUER u. MOSER berichten über derartige Fehlschläge. Sie fordern, daß bei einer Osteosynthese pertrochanterer Frakturen das Osteosynthese-Material mit einer Lasche am Femurschaft befestigt wird, wodurch die Fraktur stabil überbrückt wird. Ein Laschennagel, bestehend aus einem Dreilamellen-Nagel und einer Schaftplatte, die nach Einführen des Nagels an diesem und am Schaft verschraubt wird, wurde erstmals von THORNTON angegeben. Im angelsächsischen Sprachgebiet haben sich dann besonders der starre Laschen-Nagel von JEWETT und der zweiteilige Nagel von McLAUGHLIN eingebürgert.

WEIS, EHALT, WINKELBAUER u. MOSER haben ähnliche Konstruktionen angegeben. Alle diese Autoren meinen, mit der operativen Behandlung der pertrochanteren Fraktur und damit mit einer frühzeitigen Mobilisation, die Sterblichkeit der alten Patien-

ten senken zu können. Das geht sogar so weit, daß die schonende Spickung der Fraktur mit Steinmann-Nägeln vorgenommen wurde (BRÜTSCH u. PIROZYNKI, ANDERSON, McKIBBIN u. BURGESS). Dieses Verfahren wird besonders bei alten Patienten mit schlechtem Allgemeinzustand zur Verbesserung der Bewegungs- und Pflegemöglichkeiten empfohlen. Es hat jedoch den Nachteil, daß eine belastungsfähige stabile Vereinigung nicht erzielt wird, so daß die Fraktur für 10-12 Wochen nicht belastet werden kann. So glaubt MAATZ noch 1949, die Mortalität in der Kieler Klinik von 20-30 % bei der konservativen Behandlung entscheidend durch die Operation vermindern zu können. SCHUMPELICK u. JANTZEN gaben aus einer Zusammenstellung eine Verminderung der Mortalität beim konservativen Verfahren von 28,4 auf 15,2 % bei dem operativen Verfahren an. Ja selbst KÜNTSCHER spricht noch 1962 von einer "vitalen Indikation" zur operativen Behandlung der pertrochanteren Femurfraktur.

Dieser Grund zur operativen Versorgung der pertrochanteren Femurfraktur läßt sich heute jedoch nicht mehr aufrecht erhalten. Konnten doch MELHORN, SPOHN und MEYER als Vertreter der konservativen Therapie zeigen, daß derartige getrennte operative und konservative Statistiken nicht vergleichbar sind, da ja eine operative Statistik eine positive Auslese darstellt und all die moribunden Patienten, die nicht operiert werden, damit der konservativen Statistik zur Last fallen. Außerdem treten bei den genannten Autoren die meisten Todesfälle schon während der ersten 3-4 Wochen der Liegezeit auf, zu einer Zeit also, wo operierte Patienten auch noch liegen würden.

Vielmehr ist die Frage zu stellen, ob durch die operativen Verfahren die Gesamtmortalität aller Patienten mit pertrochanteren Femurfrakturen, ganz gleich ob sie konservativ oder operativ behandelt werden, sinkt. Nur eine solche umfassende Statistik kann mit einer rein konservativen Statistik verglichen werden.

So wiesen Vertreter der operativen Therapie darauf hin, daß eine Verbesserung der Gesamtmortalität nicht erzielt wird (HAASCH 1958, 59 MAATZ u. HAASCH, BERENTY). Als Indikation zur blutigen Versorgung der pertrochanteren Femurfraktur müssen also andere Gesichtspunkte herangezogen werden.

Es sind dies:

1. Verkürzung der Liegezeit von 12 auf 2-4 Wochen.
2. Bessere Pflegemöglichkeit und besseres funktionelles und anatomisches Ergebnis als mit der konservativen Therapie.

Somit ist für die knöchernde Heilung der Schenkelhalsfraktur die stabile Osteosynthese eine "conditio sine qua non", während bei den pertrochanteren Femurfrakturen die stabile Vereinigung der Fragmente notwendig ist, frühzeitige Belastungsfähigkeit und gute funktionelle Ergebnisse zu erzielen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden zahlreiche Nägel, Schrauben und Laschennägel entwickelt. Jeder der einzelnen Autoren schwört auf sein Verfahren und schreibt ihm die günstigsten Ergebnisse zu. In dieser Arbeit soll der Versuch unternommen werden, einige Verfahren an Hand klinischer Ergebnisse auf ihre primäre Stabilisierungsfähigkeit zu untersuchen und sie miteinander zu vergleichen. Es handelt sich um folgende Methoden:

1. Der Dreilamellen-Nagel nach SVEN JOHANSSON (1934).
2. Der PUGH-Laschennagel (1955).
3. Die POHL'sche Laschenschraube wie sie SCHUMPELICK u. JANTZEN (1953) angeben.
4. Die AO-Winkelplatte nach MÜLLER, ALLGÖWER und WILLENEGGER (1963).
5. Der einfache zweiteilige Laschennagel.
6. Der steile KÜNTSCHER-Nagel (1953).
7. Der Y-Nagel nach KÜNTSCHER(1962).

Konstruktion und Abbildungen dieser Vorrichtungen sind im Abschnitt B zur schnellen Orientierung aufgeführt.

## B. Methodik

Ein Kollektiv von 252 Schenkelhals- und pertrochanteren Femurfrakturen, die in zwei Berliner Kliniken mit verschiedenen Osteosynthese-Verfahren versorgt wurden, liegen zur Beurteilung vor. Neben dem klinischen Verlauf, der an Hand von Krankenblättern und Röntgenserien aufgezeigt wird, wurden die Patienten brieflich zur Nachuntersuchung bestellt. Dabei erfolgte genaue klinische Untersuchung und Röntgenuntersuchung in zwei Ebenen.

Die Schenkelhalsfrakturen wurden in mediale, laterale und eingekeilte Abduktionsfrakturen eingeteilt, wobei bei den medialen Abduktionsfrakturen die Einteilung nach PAUWELS vorgenommen wurde. Durchschnittsalter und anatomische Reposition werden in Abhängigkeit vom Frakturtyp aufgezeigt. Hierbei gilt als anatomische Reposition eine genaue Kortikalis-Kortikalis-Adaptation bei idealem Hals-Schaftwinkel. Eine Reposition in Valgusstellung wird nicht in diese Gruppe gerechnet. Die eingekeilten Abduktionstypen werden dabei nicht gewertet. Die durchgeführten Osteosynthese-Verfahren werden aufgezählt und die bei ihnen aufgetretenen Komplikationen während des klinischen Aufenthaltes aufgezeigt.

Es handelt sich um folgende Komplikationen: Instabilität, Peroneus-Lähmung, Osteomyelitis und Nagelbruch. Bei der Beurteilung der Instabilität nach dem Eingriff wird die dabei erzielte Fragmentstellung während der nächsten Wochen an Hand von a.p. und axialen Aufnahmen überprüft. Eine deutliche Veränderung des ventralen oder axialen Winkels durch Verschiebung der Fragmente wird als Instabilität bezeichnet, ohne damit eine Aussage über eine mögliche Pseudarthrose zu machen. Die Diagnose Nagelbruch kann ebenfalls nur aus dem Röntgenbild erfolgen. Eine Osteomyelitis wird dann angenommen, wenn neben den klinischen Befunden Fieber, erhöhte BSG, Leukozytose, Stauchungsschmerz und Keimnachweis, das Röntgenbild Anzeichen eines entzündlichen Prozesses zeigt. Die Diagnose Peroneus-Lähmung wird klinisch gestellt.

Um eine Aussage über den Wert der verschiedenen Verfahren machen zu können, wird die Instabilität bei den einzelnen Methoden innerhalb des Frakturtyps aufgezählt. Daneben wird klinisch die Gehsicherheit bei der Entlassung der Patienten gewertet. Als

SEHR GUT gilt völlige Gangsicherheit ohne Stockhilfe; als

GUT beschwerdefreies Gehen mit Stock; als  
AUSREICHEND begrenztes Hinken mit Stock; als  
SCHLECHT geringe Belastungsfähigkeit nur mit  
Hilfe einer Pflegeperson.

Bei den nachuntersuchten Patienten erfolgt die röntgenologische Beurteilung nach dem knöchernen Durchbau, dem Auftreten von Pseudarthrose, partieller und totaler Kopfnekrose. Nur in beiden Ebenen gefundener Durchbau wird gewertet. Eine isolierte Kopfnekrose ohne Pseudarthrose liegt nur dann vor, wenn eine Verformung eingetragen ist. Beim gleichzeitigen Vorliegen einer Pseudarthrose wird eine diffuse Verdichtung des Kopfes ohne Verformung als Kopfnekrose gerechnet. Innerhalb der einzelnen Frakturtypen der medialen Schenkelhalsfrakturen wird der Versuch unternommen, den klassischen Dreilamellen-Nagel mit dem PUGH-Laschennagel zu vergleichen.

Die klinische Beurteilung der nachuntersuchten Patienten richtet sich weitgehend nach den Angaben von MITTAG/MITTAG: Sie geben folgende, hier übernommene Einteilung an:

- Grad I: Sehr gute Gehfähigkeit, keine Stockhilfe, keine Schmerzen, keine Bewegungseinschränkung, keine Verkürzung.
- Grad II: Gute Gehfähigkeit, Gehen mit einem Stock, eventuell geringgradiges Hinken und leichte Schmerzen, keine oder nur geringe Bewegungseinschränkung, Verkürzung weniger als 2 cm.
- Grad III: Eingeschränkte Gehfähigkeit, Gehen mit zwei Stöcken oder Hilfsgerät, Schmerzen, Funktionsminderung, Verkürzung mehr als 2 cm.
- Grad IV: Sehr schlechte Gehfähigkeit, Gehen mit Hilfen kaum möglich, Schmerzen, Funktionseinschränkung, Verkürzung über 2 cm.

Die Beweglichkeit im Hüftgelenk wird passiv geprüft. Bei der Prüfung der Streckung wird der THOMAS'sche Handgriff angewendet. Abduktion, Adduktion, Außenrotation und Innenrotation werden bei gestrecktem Kniegelenk überprüft. Die erzielten Werte werden mit denen der gesunden Hüfte in Graden verglichen. Liegt kein Unterschied zur gesunden Seite vor, so erfolgt

Eingliederung zu Grad I.

Bei mäßiger Einschränkung von 10-20 Winkelgrad erfolgt

### Eingliederung zu Grad II.

Ist die Bewegungsfähigkeit um die Hälfte zur gesunden Seite verringert, so gilt dies als

### Eingliederung zu Grad III.

Eine praktisch wackelsteife Hüfte mit starken Schmerzen wird zu Grad IV gerechnet.

Die Verkürzung des Beines wird von der Spina iliaca anterior superior bis zum Malleolus internus gemessen. Die klinische Stabilität wird an Hand des Trendelenburgschen Phänomens bestimmt.

Trendelenburg negativ (-) gilt für Grad I und II,

Trendelenburg fraglich (+-) gilt für Grad III und IV,

Trendelenburg positiv (+) gilt für Grad IV.

Die pertrochanteren Femurfrakturen werden nach BÖHLER in die Typen I-IV, in die pertrochanteren Frakturen mit Beteiligung der subtrochanteren Region und in nicht zu klassifizierende Frakturen eingeteilt. (Setzt sich die Fraktur bis in den subtrochanteren Bereich fort, so wird sie kurz als per-subtrochantere Fraktur bezeichnet. Siehe dazu Erklärung in Teil C., Tab. 15). Wie bei den Halsfrakturen erfolgt die Bestimmung des Durchschnittsalters und der anatomischen Reposition. Die einzelnen angewandten Osteosynthese-Verfahren werden aufgezählt, und das Auftreten von Instabilität, Nagelbruch und Osteomyelitis aufgezeigt. Da die Varusfehlstellung bei den pertrochanteren Frakturen die Hauptkomplikation durch Instabilität darstellt, wird die Stellung der Fragmente nach der Operation und bei der Entlassung der Patienten beurteilt, und die Häufigkeit einer Veränderung der erzielten Operationsstellung aufgezählt. Als -normal- wird der Hals-Schaftwinkel von 125-130 Grad und eine Ante- oder Rekurvation bis zu 5 Grad bezeichnet.

Nach den gleichen Kriterien wie bei den Halsfrakturen wird schließlich nach der Osteomyelitis gefahndet. Ebenso wird nach gleichen Grundlagen der Gang der Patienten bei Entlassung beurteilt.

Bei den nachuntersuchten Patienten erfolgt die röntgenologische Beurteilung nach dem knöchernen Durchbau, dem Auftreten von Pseudarthrosen, Kopfnekrosen und dem Auftreten des Nagelgleitens aus dem Knochen heraus. Schließlich wird wie oben die Winkelstellung beurteilt und der klinische Erfolg nach MITTAG/MITTAG festgelegt.

An Hand von Abbildungen werden nun die verwendeten Nägel und Schrauben in ihrer Konstruktion beschrieben:

1. Der Nagel von SVEN JOHANSSON ist durch drei stark ausgezogene Lamellen gekennzeichnet. Der Nagel hat einen zentralen Bohrkanal und ist an seinem Ende zu einem Nagelkopf verbreitert. (Abb. 1)

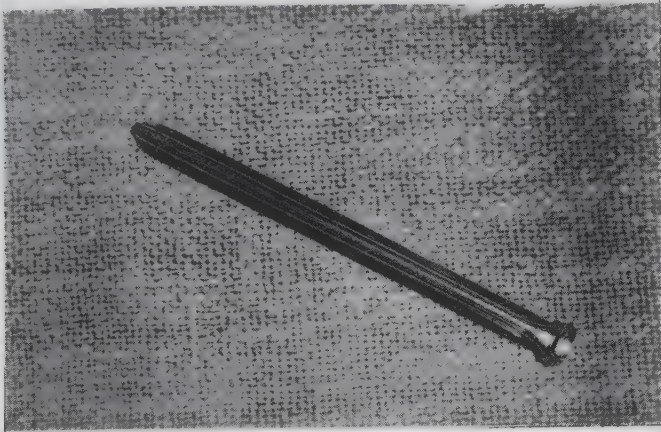


Abb. 1. Der Dreilamellen-Nagel  
nach SVEN JOHANSSON.

2. Der PUGH-Laschennagel besteht aus einer Schaftplatte mit einer langen Nagelhülse, die um 135 Grad abgewinkelt ist. Die innere Oberfläche der Hülse enthält eine kranial gelegene Rinne, in der eine kleine Nute des Nagelanteils gleitet und somit die Rotation des Kopfes verhindert. Der Nagel trägt an seinem Ende die Nute und einen Reibungsring. (Rinne, Nute und Reibungsring sind auf der Abbildung nicht zu sehen, da der Nagel in der Gleithülse steckt). Der Reibungsring des Nagels erzeugt wie ein Kolbenring eines Benzinmotors eine gewisse Spannung zwischen Hülse und Nagel, so daß der Nagel nicht zu leicht herausgleitet. Andererseits bewirkt dieser Ring eine "lichte Weite" zwischen Nagel- und Hülsenanteil, wodurch bei Gleitbewegungen eine Einkeilung verhindert wird. Die Spitze des Nagels ist dreifach lamelliert, die Lamellen sind spitz ausgezogen und ermöglichen einen festen Halt in der Kopfspongiosa. (Abb. 2)

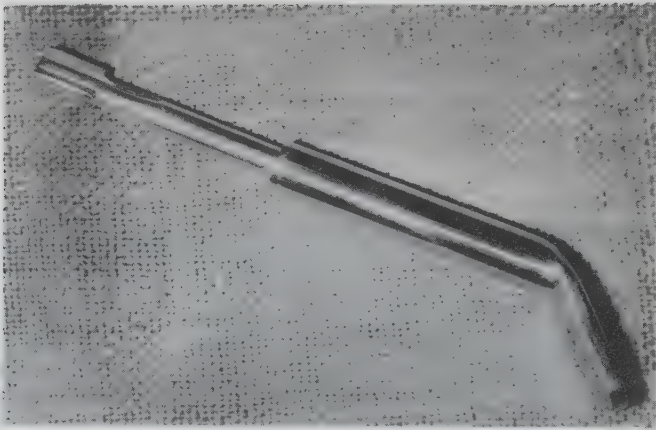


Abb. 2. Der PUGH-Laschennagel.

3. Die von E. POHL in Kiel entwickelte Laschenschraube besteht aus einer U-förmig gestalteten Lasche, die im oberen Anteil in eine Rohre übergeht, in der die Schraube schlüssig gleiten kann. Die Schraube trägt an ihrer Spitze schneidende Gewindezüge, mit denen sie Halt im proximalen Fragment findet. Abb. 3 und 4 zeigen die Einzelteile und die zusammengefügte Teile der Laschenschraube.

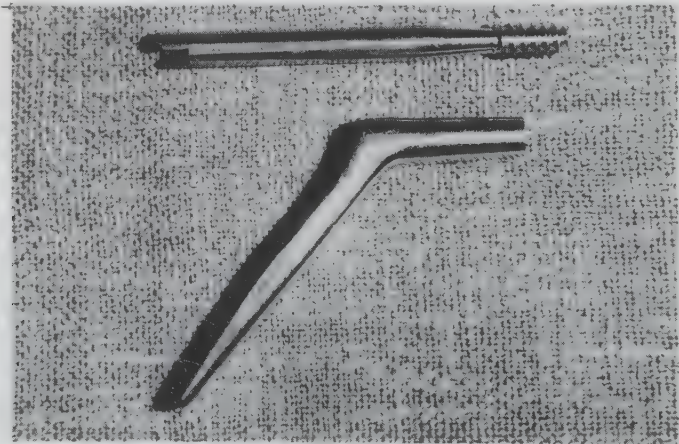


Abb. 3. Die Laschenschraube nach POHL, Einzelteile.

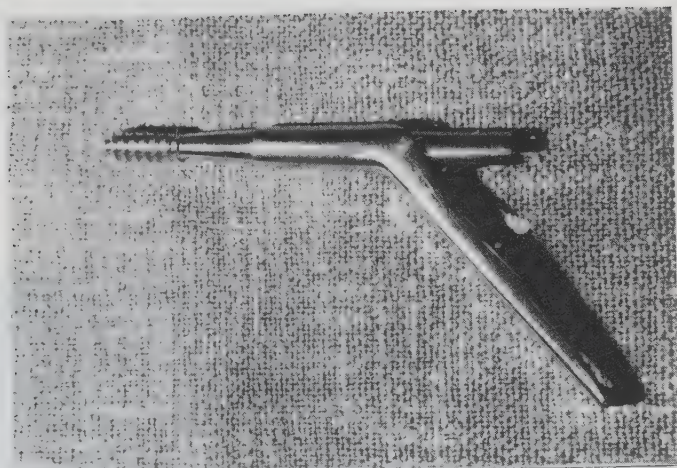


Abb. 4. Die zusammengefügte Laschenschraube nach POHL.

4. Die Winkelplatte der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen ist eine starre Einstückplatte, deren Laschenteil die Bohrlöcher trägt, während der um 140 Grad winklig abgebogene Hals- und Kopfteil U-förmig gestaltet ist. Zur Einführung des Nagels wird ein spezielles Führungsgerät angegeben. (Abb. 5)

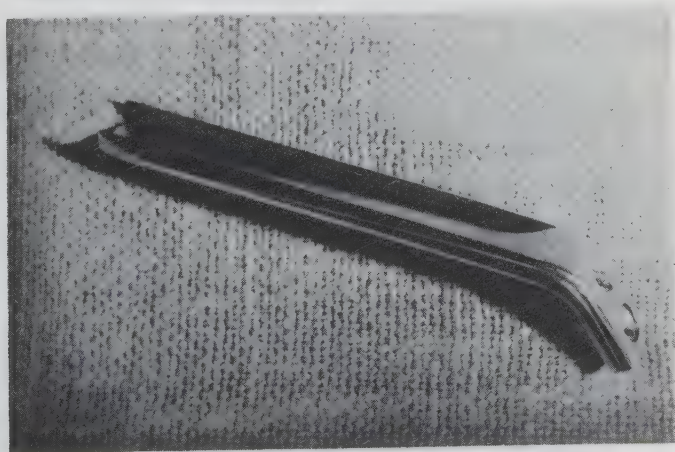


Abb. 5. Die AO-Winkelplatte. Schenkelhalstyp.

5. Der einfache, zweiteilige Laschennagel besteht aus einer dünnen Schaftplatte und einem Dreilamellen-Nagel. Die Lasche ist in ihrem oberen Teil winklig abgebogen. Dieser Winkel läßt sich wegen der Dünne des Materials manuell verändern. Der Nagel enthält am Kopf ein Schraubengewinde, in das die Schraube zur Verbindung mit der Lasche eingeschraubt wird. Abb. 6 und 7 zeigen Einzelteile und den zusammengeschaubten Laschennagel.

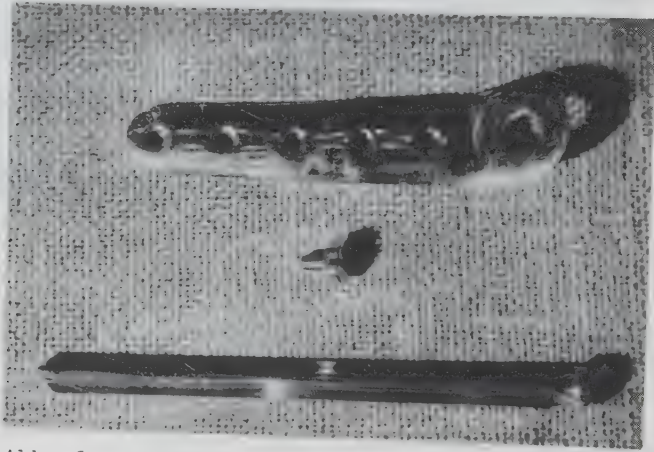


Abb. 6. Lasche, Schraube und Dreilamellen-Nagel des einfachen Laschennagels.

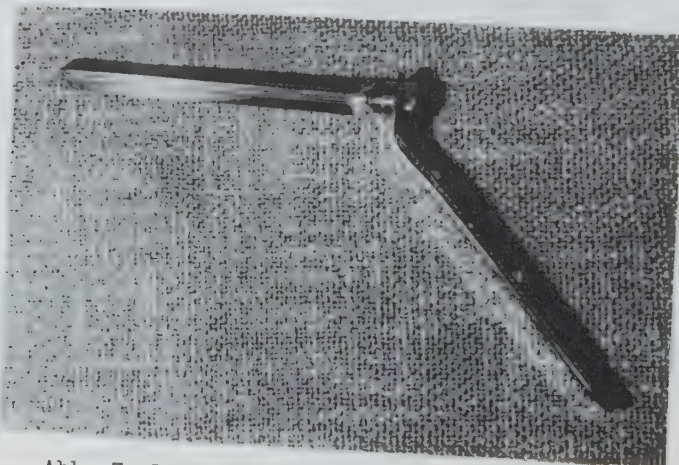


Abb. 7. Der zusammengefügte Laschennagel.

6. Der steile KÜNTSCHER-Nagel ist ein modifizierter Marknagel nach KÜNTSCHER für den Schenkelhalsbereich. Das Ende des Nagels ist etwas verbreitert, damit der Nagel nicht ganz in die Markhöhle hineinrutschen kann. Dieses Ende des Nagels hat drei Bohrlöcher zur Aufnahme der Querschraube. Kleeblattförmiger Querschnitt und konische Spitze entsprechen dem üblichen Marknagel. (Abb. 8)

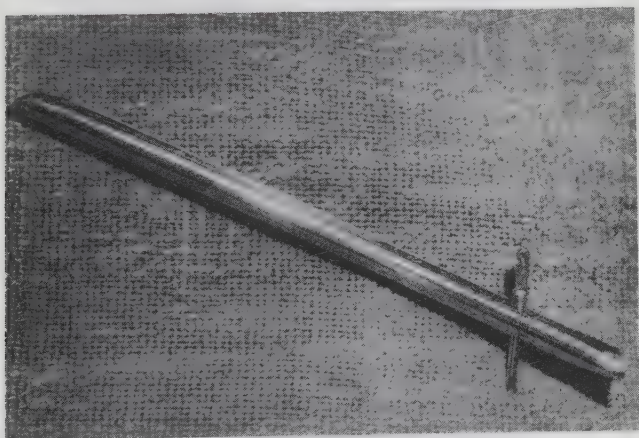


Abb. 8. Der steile KÜNTSCHER-Nagel mit Querschraube.

7. Der Y-Nagel oder Doppelnagel von KÜNTSCHER ist die mechanische Kombination eines Oberschenkelmarknagels mit einem Schenkelhalsnagel. Bei dem hier gezeigten Modell ist der Halsanteil durchbohrt und nimmt den Marknagel auf. Die Kreuzung beider Nägel kommt in der geräumigen Markhöhle des Trochantermassives zu liegen. (Abb. 9)

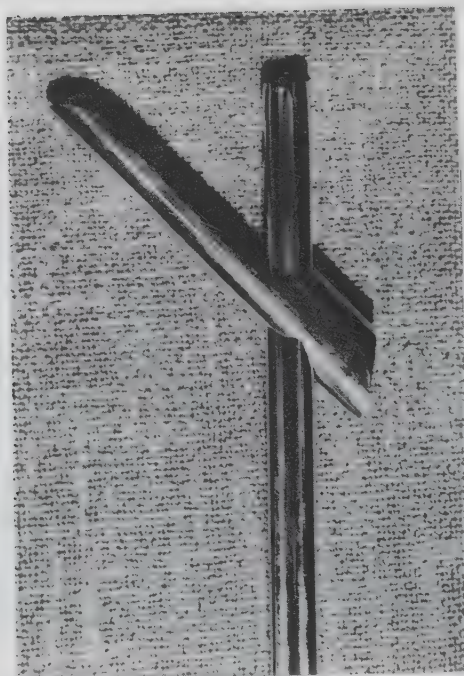


Abb. 9. Der Y-Nagel nach KÜNTSCHER.

### C. ERGEBNISSE

Zur Beurteilung liegen 130 Schenkelhalsfrakturen vor. Dabei handelt es sich um 110 (84,6 %) weibliche und 20 (15,4 %) männliche Patienten.

Tab. 1: Abhängigkeit des Alters, der anatomischen Reposition vom Frakturtyp.

| Typ       | Anzahl | Alter | anat. Reposition |
|-----------|--------|-------|------------------|
| P I       | 58     | 70,4  | 26 (44,9)        |
| P II      | 31     | 67,1  | 10 (32,2)        |
| P III     | 12     | 65,0  | 1 ( 8,3)         |
| Abdukt.   | 12     | 72,3  |                  |
| Laterale. | 17     | 67,4  | 10 (58,9)        |
| Total     | 130    | 68,4  | 47 (39,8)        |

Die stets eingekeilten Abduktionsfrakturen werden bei der Berechnung der Repositionshäufigkeit nicht beurteilt.

Erklärungen: Die Zahlen in Klammern geben jeweils die Prozentzahlen an.

- P = Frakturtyp nach PAUWELS.  
Abdukt. = eingekeilte Abduktionsfraktur.  
Laterale. = Laterale Schenkelhalsfraktur.  
Dreilam. = Dreilamellen-Nagel.  
Küntscher. = Steiler Küntscher-Nagel.  
Lasch. = Laschen-Nagel.  
Trans. = Transfixation mit dem Dreilamellen-Nagel.

Tab. 2: Angewandte Osteosynthese-Verfahren:

| Typ       | Dreilam. | Pugh | Küntsch. | AO | Pohl | Lasch. | Trans. |
|-----------|----------|------|----------|----|------|--------|--------|
| P I       | 31       | 19   |          | 1  |      |        | 7      |
| P II      | 15       | 13   | 1        | 1  | 1    |        |        |
| P III     | 6        | 5    |          |    | 1    |        |        |
| Abdukt.   | 6        | 5    | 1        |    |      |        |        |
| Laterale. | 2        | 2    | 6        | 2  | 3    | 2      |        |
|           | 60       | 44   | 8        | 4  | 5    | 2      | 7      |

Tab. 3: Komplikationen während des klinischen Aufenthaltes bei den einzelnen Methoden:

| Methode     | Instabilit. | Peroneus-Lähmung | Osteomyelitis | Nagelbruch |
|-------------|-------------|------------------|---------------|------------|
| 60 Dreilam. | 26 (43,4)   | 1                |               |            |
| 44 Pugh     | 8 (18,2)    |                  |               |            |
| 8 Küntsch.  |             |                  |               |            |
| 4 AO        |             |                  |               |            |
| 5 Pohl      | 2           |                  | 1             |            |
| 2 Lasch.    |             |                  |               |            |
| 7 Trans.    | 2           | 1                |               |            |
| 130         | 38 (29,2)   | 2 (1,5)          | 1 (0,75)      | 0          |

Tab. 4-8: Abhängigkeit der Instabilität und des Ganges vom Frakturtyp:

Tab. 4

| P I         | Instabil. | GANG     |           |             |           |
|-------------|-----------|----------|-----------|-------------|-----------|
|             |           | sehr gut | gut       | ausreichend | schlecht  |
| 31 Dreilam. | 11 (35,5) | 1 (3,2)  | 10 (32,3) | 10 (32,3)   | 10 (32,3) |
| 19 Pugh     | 3 (15,8)  | 1 (5,3)  | 11 (58)   | 4 (21)      | 3 (15,7)  |
| 1 AO        |           |          |           | 1           |           |
| 7 Trans.    | 2         |          | 2         | 1           | 4         |
| 58          | 16 (27,6) | 2 (3,5)  | 23 (39,5) | 16 (27,6)   | 17 (29,4) |

Tab. 5

| P II        | Instabil. | GANG     |          |             |          |
|-------------|-----------|----------|----------|-------------|----------|
|             |           | sehr gut | gut      | ausreichend | schlecht |
| 15 Dreilam. | 8 (53,5)  |          | 4 (26,7) | 6 (40,0)    | 5 (33,3) |
| 13 Pugh     | 4 (30,8)  | 1 (7,7)  | 5 (38,4) | 6 (46,2)    | 1 (7,7)  |
| 1 AO        |           |          |          | 1           |          |
| 1 Pohl      | 1         |          |          |             | 1        |
| 1 Küntsch.  |           |          |          | 1           |          |
| 31          | 13 (41,9) | 1 (3,2)  | 9 (29,0) | 14 (45,2)   | 7 (22,6) |

Tab. 6

| P III      | Instabil. | GANG     |          |             |          |
|------------|-----------|----------|----------|-------------|----------|
|            |           | sehr gut | gut      | ausreichend | schlecht |
| 6 Dreilam. | 4         |          | 2        | 2           | 2        |
| 5 Pugh     | 1         |          |          | 5           |          |
| 1 Pohl     |           |          |          | 1           |          |
| 12         | 5 (41,7)  |          | 2 (16,7) | 8 (66,6)    | 2 (16,7) |

Tab. 7

| Abdukt.    | Instabil. | GANG     |          |             |          |
|------------|-----------|----------|----------|-------------|----------|
|            |           | sehr gut | gut      | ausreichend | schlecht |
| 6 Dreilam. | 2         | 1        | 3        |             | 2        |
| 5 Pugh     |           | 2        | 3        |             |          |
| 1 Küntsch. |           |          | 1        |             |          |
| 12         | 2 (16,7)  | 3 (25,0) | 7 (58,3) |             | 2 (16,7) |

Tab. 8

| Laterale   | Instabil. | GANG     |          |             |          |
|------------|-----------|----------|----------|-------------|----------|
|            |           | sehr gut | gut      | ausreichend | schlecht |
| 2 Dreilam. | 1         |          | 1        |             | 1        |
| 2 Pugh     |           |          | 2        |             |          |
| 6 Küntsch. |           | 1        | 2        | 3           |          |
| 3 Pohl     | 1         | 1        |          |             | 2        |
| 2 AO       |           | 1        | 1        |             |          |
| 2 Lsch.    |           |          | 1        | 1           |          |
| 17         | 2 (11,8)  | 3 (17,6) | 7 (41,2) | 4 (23,6)    | 3 (17,6) |

# NACHUNTERSUCHUNGEN

Der Termin der Nachuntersuchungen liegt zwischen 7 und 24 Monaten.  
Ps = Pseudarthrose; Kn = Kopfnekrose.

Tab. 9

| Typ        | Durchbau  | Ps        | Kopfnekrose |       | Kn. + Ps. |
|------------|-----------|-----------|-------------|-------|-----------|
|            |           |           | part.       | total |           |
| 21 P I     | 17        | 2 (9,5)   | 3 5 (23,8)  | 2     | 2         |
| 22 P II    | 9         | 7 (31,8)  | 1 7 (31,8)  | 6     | 4         |
| 6 P III    | 2         | 1         | 1 2         | 1     | 1         |
| 3 Abdukt.  | 3         |           |             |       |           |
| 7 Laterale | 6         | 1         |             |       |           |
| 57         | 37 (65,0) | 11 (19,3) | 5 14 (24,6) | 9     | 7 (12,3)  |

Die Tabellen 10-13 zeigen die Ergebnisse der nachuntersuchten Patienten mit Dreilamellen- und Pugh-Nägeln.

Tab. 10

| P I         | Durchbau | Ps. | Kn. | Kn. + Ps. |
|-------------|----------|-----|-----|-----------|
| 16 Dreilam. | 13       | 1   | 3   | 1         |
| 4 Pugh      | 4        |     | 1   |           |

Tab. 11

| P II        | Durchbau | Ps. | Kn. | Kn. + Ps. |
|-------------|----------|-----|-----|-----------|
| 12 Dreilam. | 5        | 5   | 2   | 2         |
| 7 Pugh      | 5        | 2   | 1   | 1         |

Tab. 12

| P III      | Durchbau | Ps. | Kn. | Kn. + Ps. |
|------------|----------|-----|-----|-----------|
| 3 Dreilam. |          | 1   | 1   | 1         |
| 2 Pugh     | 2        |     | 1   |           |

Tab. 13

| Abdukt.    | Durchbau | Ps. | Kn. |
|------------|----------|-----|-----|
| 2 Dreilam. | 2        |     |     |
| 1 Pugh     | 1        |     |     |

Tab. 14: Klinische Beurteilung nach MITTAG/MITTAG:

| Typ        | I         | II        | III       | IV        |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 21 P I     | 6         | 6         | 6         | 3         |
| 20 P II    | 4         | 3         | 5         | 8         |
| 6 P III    |           | 1         | 2         | 3         |
| 3 Abdukt.  | 3         |           |           |           |
| 7 Laterale | 1         | 2         | 1         | 3         |
| 57         | 14 (24,6) | 12 (21,0) | 14 (24,6) | 17 (29,8) |

Tab. 15: Zur Beurteilung liegen 122 pertrochantere Femurfrakturen vor. Dabei handelt es sich um 90 (80,4 %) weibliche und 24 (19,6 %) männliche Patienten. Das Durchschnittsalter, die anatomische Reposition stehen in folgendem Zusammenhang mit dem Frakturtyp nach BÖHLER:

| Typ                | Alter | Zahl | anat.<br>Reposition |
|--------------------|-------|------|---------------------|
| B I                | 70,9  | 36   | 31 (86,2)           |
| B II               | 74,0  | 49   | 20 (40,8)           |
| B III              | 73,0  | 14   | 5 (35,7)            |
| B IV               | 82,3  | 3    | 1                   |
| Per-sub.           | 81,8  | 14   | 2                   |
| keine<br>Einteilg. | 70,1  | 6    | 1                   |
|                    | 75,4  | 122  | 60 (49,2)           |

Erklärungen: B = Frakturtyp nach BÖHLER

Per-sub. = Pertrochantere Femurfraktur, die sich bis  
in die subtrochantere Schaftregion fortsetzt.

Keine Einteilg. = Keine Einteilung nach BÖHLER möglich.

Tab. 16: Verteilung der angewandten Osteosynthese-Verfahren:

| Typ                | Pohl | Pugh | Küntsch. | Y-Nagel | Lasch. | AO | Dreilam. |
|--------------------|------|------|----------|---------|--------|----|----------|
| B I                | 16   | 12   | 1        |         | 5      | 2  |          |
| B II               | 14   | 23   | 2        |         | 7      | 2  | 1        |
| B III              | 6    | 5    |          | 1       | 2      |    |          |
| B IV               | 2    | 1    |          |         |        |    |          |
| per-sub.           | 2    | 6    |          | 6       |        |    |          |
| keine<br>Einteilg. | 3    | 1    |          | 2       |        |    |          |
|                    | 43   | 48   | 3        | 9       | 14     | 4  | 1        |

Tab. 17: Zeigt das Auftreten von Instabilität, die daraus resultierende Coxa-vara-Stellung, Häufigkeit der normalen Winkelstellung, Auftreten des Nagelbruches (=Nagelbr.) und der Osteomyelitis (=O-myel.)

| Methode    | Instabil. | Varus-St. | Normal     | Nagelbr. | O-myel. |
|------------|-----------|-----------|------------|----------|---------|
| 43 Pohl    | 6 (13,9)  | 6         | 37 (86,1)  |          | 1       |
| 48 Pugh    | 3 (6,2)   | 3         | 45 (93,8)  |          |         |
| 3 Küntsch. | 1         | 1         | 2          |          |         |
| 9 Y-Nägel  | 1         | 1         | 8          |          |         |
| 14 Lasch.  | 6 (42,8)  | 6         | 8 (57,2)   |          |         |
| 4 AO       |           |           | 4          |          |         |
| 1 Dreilam. |           |           | 1          |          |         |
| 122        | 17 (13,9) | 17        | 105 (86,1) | 0        | 1 (0,8) |

Tab. 18: Zeigt den Gang der Patienten bei der Entlassung an:

| Methode    | sehr gut | gut       | ausreichend | schlecht  |
|------------|----------|-----------|-------------|-----------|
| 43 Pohl    | 4 (9,3)  | 18 (41,8) | 14 (32,6)   | 7 (16,3)  |
| 48 Pugh    | 5 (10,4) | 25 (52,2) | 9 (18,7)    | 9 (18,7)  |
| 3 Küntsch. |          | 1         | 1           | 1         |
| 9 Y-Nägel  |          | 2         | 4           | 3         |
| 14 Lasch.  |          | 5 (35,8)  | 6 (42,8)    | 3 (21,4)  |
| 4 AO       |          | 2         | 1           | 1         |
| 1 Dreilam. |          |           |             | 1         |
| 122        | 9 (7,4)  | 53 (43,4) | 35 (28,7)   | 25 (20,5) |

## NACHUNTERSUCHUNGEN

Die folgenden Tabellen 19 und 20 zeigen die Aufgliederung der nachuntersuchten Patienten nach Frakturtyp und Nagelungsmethode.

In Tab. 20 wird die Häufigkeit des knöchernen Durchbaues, der möglichen Pseudarthrosen und Kopfnekrosen, sowie das Auftreten des Nagelgleitens aufgezeigt.

Tab. 19

| Typ                | Zahl | Pohl | Pugh | Küntsch. | Y-Nagel |
|--------------------|------|------|------|----------|---------|
| B I                | 13   | 8    | 5    |          |         |
| B II               | 20   | 9    | 10   | 1        |         |
| B III              | 5    | 2    | 2    |          | 1       |
| B IV               | 1    | 1    |      |          |         |
| per-sub.           | 8    | 2    | 2    |          | 4       |
| keine<br>Einteilg. | 2    | 1    |      |          | 1       |
|                    | 49   | 23   | 19   | 1        | 6       |

Tab. 20

| Methode    | Durchbau  | Ps. | Kn. | Nagelgleiten |
|------------|-----------|-----|-----|--------------|
| 23 Pohl    | 20 (87,0) |     |     | 6 (26,0)     |
| 19 Pugh    | 17 (89,5) |     |     |              |
| 1 Küntsch. | 1         |     |     |              |
| 6 Y-Nägel  | 6         |     |     |              |
| 49         | 43 (87,7) | 0   | 0   | 6 (12,6)     |

Tab. 21: Winkelstellung bei der Nachuntersuchung:

| Methode    | Normal    | Coxa vara |
|------------|-----------|-----------|
| 23 Pohl    | 15 (65,2) | 8 (34,8)  |
| 19 Pugh    | 17 (89,5) | 2 (10,5)  |
| 1 Küntsch. | 1         |           |
| 6 Y-Nägel  | 3         | 3         |
| 49         | 36 (73,5) | 13 (26,5) |

Tab. 22: Klinische Ergebnisse bei den einzelnen Methoden  
in der Beurteilung nach MITTAG/MITTAG:

| Methode    | I         | II        | III       | IV      |
|------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 23 Pohl    | 12 (52,2) | 4 (17,4)  | 7 (30,4)  |         |
| 19 Pugh    | 10 (52,6) | 6 (31,6)  | 2 (10,5)  | 1 (5,3) |
| 1 Küntsch. | 1         |           |           |         |
| 6 Y-Nägel  | 1         | 2         | 2         | 1       |
| 49         | 24 (49,0) | 12 (24,5) | 11 (22,4) | 2 (4,1) |

## D. DISKUSSION

### I. Zur Osteosynthese der Schenkelhalsfrakturen.

#### 1. Allgemeines über die Geschlechtsverteilung, das Durchschnittsalter und die Frakturtypen bei Schenkelhalsfrakturen:

Bevor zur Frage der Stabilität und Instabilität Stellung genommen wird, soll kurz über Geschlechts- und Altersverteilung sowie über die einzelnen Frakturtypen bei den Schenkelhalsfrakturen berichtet werden.

Beim vorliegenden Krankengut handelt es sich um 84,6 % weibliche und 15,4 % männliche Patienten. Diese Zahlen müssen aber mit Einschränkung gesehen werden, da hier nur Patienten gewertet wurden, die lebend die Klinik verließen. Diejenigen Patienten, die primär (d.h. während des klinischen Aufenthaltes) verstarben, gehen nicht in diese Zahlen ein. Da bekanntlich die postoperativen Komplikationen mit ihrem letalen Ausgang gerade bei den männlichen Patienten mit einer gewissen Häufigkeit auftreten, zeigen die oben angeführten Prozentzahlen nicht die Verteilung der zur Behandlung aufgenommenen Patienten an. So ergeben die Werte in der Literatur einen deutlichen Unterschied zu den vorliegenden Zahlen. SVEN JOHANSSON (1934) gibt bei 390 eingelieferten Patienten 289 Frauen (74,3 %) und 101 Männer (25,7 %) an. Erst bei seinen Patienten, die über 70 Jahre alt waren, betrug der Anteil an Frauen 80 %. Diese Zahlen geben auch CLEVELAND u. BAILEY für die Geschlechtsverteilung aller ihrer 235 Fälle an. Ähnliche Prozentzahlen finden auch GELBKE und DZIEKAN mit 77,1 und 22,9 %. Dagegen sah SALEM bei seinen 798 Schenkelhalsfrakturen nur doppelt so viel Frauen wie Männer, und PUTTI berichtet in seiner Monographie über keine nennenswerten Geschlechtsunterschiede: 51,6 % Frauen und 48,4 % Männer. Er gibt allerdings zu, daß mit zunehmenden Alter die Fraktur beim weiblichen Geschlecht häufiger vorkommt. Da dies von allen Autoren betont wird, ist es sicher, daß mit steigendem Durchschnittsalter der Patienten auch die Geschlechtsverteilung der Frakturen beeinflusst wird. Die Ursache dafür ist in der postklimakterischen Involutionsosteoporose der Frauen zu finden.

Die Aufteilung der 130 Schenkelhalsfrakturen in 17 laterale (13,1 %) und 113 mediale Frakturen zeigt (Tab. 1), daß die laterale Bruchform relativ selten ist. Leider ist in der Literatur kein einheitliches

Einteilungsschema zu finden; oft werden laterale, pertrochantere und intertrochantere Bruchformen zu einer Gruppe gehörend betrachtet (JOHANSSON 1934, PUTTI). Schließt man aus der Statistik von PUTTI die transtrochanteren Fälle aus, so ergibt sich für die lateralen Schenkelhalsfrakturen sogar nur ein Anteil von 8,9 %. Bei den medialen Schenkelhalsfrakturen haben sich besonders im deutschen Sprachgebiet zwei Einteilungsschemata durchgesetzt. Es ist dies zunächst die Einteilung nach BÖHLER (1954) in Abduktions- und Adduktionsfrakturen, bei denen BÖHLER den entsprechenden Bruchmechanismus zu Grunde legte. Er gibt durchschnittlich 20 % Abduktionsfrakturen und 80 % Adduktionsfrakturen an. SALEM sah 17,7 % Abduktionsfrakturen, GELBKE u. DZIEKAN 21,7 %, BANKS sogar 29,6 %; während das vorliegende Krankengut nur eine Häufigkeit von 10,6 % aufweist. Neben der Beurteilung nach dem Bruchmechanismus hat aber die BÖHLER'sche Einteilung auch prognostische Bedeutung, was allgemein bekannt ist. Die zweite Einteilung der medialen Schenkelhalsbrüche, die üblich ist, hat ebenfalls eine prognostische Aussagekraft und wurde von PAUWELS (1935) in die Frakturenlehre dieser Brüche eingeführt. Auf diese Typisierung der medialen Schenkelhalsfrakturen nach der Neigung des Frakturwinkels soll bei der Diskussion der Stabilität der Halsfrakturen genau eingegangen werden. Hier soll nur gesagt werden, daß als PAUWELS-Typ I eine Neigung der Frakturlinie mit der Horizontalen von 0-30 Grad, als PAUWELS-Typ II eine Neigung von 30-70 Grad und als PAUWELS-Typ III eine Neigung von über 70 Grad bezeichnet wird. Im allgemeinen handelt es sich dabei um Adduktionsfrakturen (CHAPCHAL 1965), während es bei FELSENFREICH (1937) oft unklar bleibt, ob nicht PAUWELS I mit der Abduktionsfraktur identifiziert wird. Beim hier zu beurteilenden Krankengut wurden nur die Adduktions- oder Varusfrakturen des Schenkelhalses in PAUWELS-Typen eingeteilt. Dabei wurde nach den Angaben von LINTON (1944,49) vorgegangen, der die Messung des PAUWELS-Winkels wie folgt angibt: Eine Linie entlang der distalen Frakturebene und eine Senkrechte auf der Femurlängsachse treffen sich in dem PAUWELS-Winkel. Dieser so erzielte Winkel ist aber ca. 5-7 Grad größer als der PAUWELS-Winkel, da der Oberschenkel mit der Vertikalen ja einen Winkel von 5 bis 7 Grad bildet. Dieser Fehler wurde berücksichtigt, Eine Messung aus der Beckenübersichtsaufnahme konnte nicht durchgeführt werden, da derartige Aufnahmen routinemäßig nicht angefertigt wurden. Eine Messung dieses Winkels ist natürlich nur nach Reposition und in Innenrotation der verletzten Extremität möglich, da nur so die

Frakturlinie halbwegs von der Seite zu sehen ist, weil dann der Femurhals in reiner Aufsicht von vorne erscheint.

Tabelle 1 zeigt, daß beim vorliegenden Krankengut am häufigsten der Typ P I und am seltensten der Typ P III vorliegt. Dies stimmt in keiner Weise mit den Angaben anderer Autoren überein, die durchweg die meisten Brüche in PAUWELS-Typ II einordneten (FELSENREICH 1937, GERBER, SALEM, GELBKE u. DZIEKAN und CRAWFORD). Auch die von GERBER gemachte Beobachtung, daß sich mit zunehmendem Alter der Neigungswinkel nach PAUWELS vergrößere, kann hier nicht bekräftigt werden. Im Gegenteil, das durchschnittliche Alter der Patienten nahm mit steilerem Frakturwinkel ab. (Tab. 1)

Allgemein gesehen ist wohl auch eine Einteilung aller medialer Schenkelhalsfrakturen nach PAUWELS nicht ganz unproblematisch. So ist es doch oft schwierig, eine Fraktur eindeutig in eine der Gruppen von PAUWELS einzuordnen, wenn die Steilheit der Frakturebene wechselt. So kann eine Fraktur gefunden werden, bei der medial die Bruchebene ganz flach verläuft aber weiter lateral immer steiler wird. Eine derartige Fraktur müßte man dann als P I-III bezeichnen. MAATZ u. LENTZ und STOECKEL (1950) haben auf diese Schwierigkeit hingewiesen. Bevor die so wichtige Frage der Stabilität besprochen wird, noch einige Bemerkungen zum Alter der Patienten. Die Schenkelhalsfraktur ist ein Bruch des höheren Lebensalters und stellt deshalb besondere Anforderungen an ärztliches und pflegerisches Können. Nur so können die gefürchteten Komplikationen der Lunge, des Herzens und des Urogenitaltraktes verhindert werden. In Tabelle 1 wird das durchschnittliche Alter der Patienten mit 68,4 Jahren angegeben. Wie schon gesagt, handelt es sich aber um lebend entlassene Patienten. Da die verstorbenen Patienten sich vorwiegend aus den höheren Altersklassen rekrutieren, liegt das angegebene Durchschnittsalter relativ hoch. Nach BOYD und GEORGE verstarben bis zum 60. Lebensjahr keine, im 7. Jahrzehnt 5,4, im 8. Jahrzehnt 10,3 und im 9. Jahrzehnt sogar 25 % der Patienten. Auch JOHANSSON (1934) fand, daß 84 % seiner verstorbenen Patienten über 70 Jahre alt waren. Legt man also das Durchschnittsalter aller zur Behandlung aufgenommenen Patienten anderer Autoren zum Vergleich vor: KLUG 69 Jahre und BANKS 70 Jahre, so sind 68,4 Jahre für die entlassenen Patienten des vorliegenden Kollektivs als hohe Durchschnittszahl zu bezeichnen.

## 2. Faktoren die die Stabilität der Schenkelhalsfraktur beeinflussen und ihre Bedeutung beim eigenen Krankengut:

Von großer Bedeutung für die Stabilisierung und damit für die Heilungsaussichten der Schenkelhalsfraktur ist die Reposition. Keiner der zahlreichen Autoren stellt eine "ideale Reposition" als Vorbedingung eines Heilungserfolges in Zweifel. Nur Klarheit, welche Reposition als "ideal" zu bezeichnen ist, besteht nicht.

Eine exakte anatomische Reposition fordern JOHANSSON (1934), BÖHLER u. ENDER und BÖHLER (1954). Andere Autoren empfehlen dagegen die Reposition in Valgusstellung, wie zum Beispiel PAUWELS (1935) und McELVENNY. Letzterer warnt vor einer Kortikalis-Kortikalis-Reposition in anatomischer Stellung, da daraus eine Unstabilität resultieren würde. Die Kortikalis hat dabei keine Abstützungsmöglichkeit, und es kann keine sichere Einkeilung der Fragmente erfolgen. Erfolgt dagegen nach seinen Angaben die Reposition der Fragmente in leichter Valgusstellung und Antetorsionsstellung des Kopfes, so hat die Kortikalis des Kopffragmentes in beiden Richtungen eine Möglichkeit der Abstützung an der Kortikalis des Halses. PAUWELS (1935) begründet die Reposition in Valgusstellung mit mechanischen Berechnungen, auf die noch eingegangen wird.

Die Masse der Autoren geben eine Reposition in anatomischer oder leichter Valgusstellung als ausreichend an (FELSENREICH (1937), PUTTI, PUGH, BANKS).

Auch die Durchführung der Reposition erfolgt verschieden. BÖHLER (1954), FELSENREICH (1937), PUTTI führen die Reposition möglichst schonend im Dauerzug durch. Sie lehnen jedes manuelle Verfahren wegen der Gefahr einer erneuten vaskulären Schädigung ab. Viele Chirurgen richten den Bruch kurz vor der Operation auf dem Frakturentisch in Abduktion, Extension und Innenrotation bei eingespanntem Fuß ein. Der größte Teil der hier behandelten Frakturen wurde manuell nach LEIMBACH eingerichtet, wie es auch MAX LANGE in seiner Operationslehre fordert. Auch bei der Frage: offene oder geschlossene Reposition scheiden sich die Geister. SMITH-PETERSEN (1931) hat ursprünglich die offene Reposition durchgeführt und viele andere Autoren wie CLEVELAND u. BAILEY in den Jahren 1936-40 und FIELDING, WILSON u. ZICKEL in den Jahren 1936-37 auch. Alle fanden aber einen hohen Prozentsatz an Mißerfolgen wie 42 % Kopfnekrosen bei CLEVELAND u. BAILEY und 50 % Pseudarthrosen bei FIELDING, WILSON u. ZICKEL.

Aber auch in späteren Jahren wird die offene Reposition zur Erzielung eines idealen Ergebnisses gefordert wie z.B. von NEER u. McLAUGHLIN und MÜLLER (1957). Ebenso die Mitglieder der schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO), MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER, fordern grundsätzlich die offene Reposition. Als Vorteile dieses Verfahrens geben sie an:

1. Beste Kontrolle der Reposition.
2. Korrektur bei Distraction durch den Nagel.
3. Kontrolle der Einstauchung.
4. Die Möglichkeit, besonders Frakturen mit einem caudalen Kopfsporn ideal und sicher zu reponieren.

Außerdem meinen sie, daß mit einem schnellen offenen Verfahren die Patienten weniger belastet werden als sonst.

Bei unserem Krankengut wurde grundsätzlich nur die geschlossene Reposition durchgeführt. Nicht wenige Autoren fordern dagegen, beim Mißlingen derselben sofort das offene Verfahren anzuschließen (McELVENNY, PUGH, MAX LANGE). Die Abbildungen 10 und 11 zeigen ein ausgesprochen schlechtes Repositionsergebnis, das durch offenes Vorgehen hätte verhindert werden können. Im weiteren Verlauf kam es zur völligen Kopflösung, so daß ein erneuter Eingriff erforderlich wurde. (Aus technischen Gründen werden ausschließlich Bilder von PUGH-Laschennägeln gezeigt).

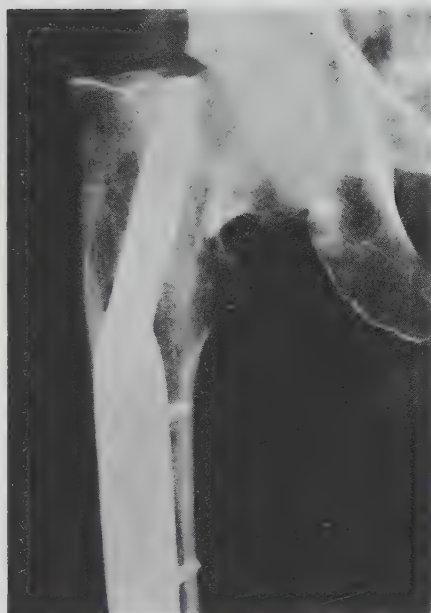


Abb. 10. Sehr schlechtes Repositions-  
und Nagelungsergebnis. Der Nagel  
erfaßt den Kopf nicht. Außenro-  
tation und Trochanterhochstand.

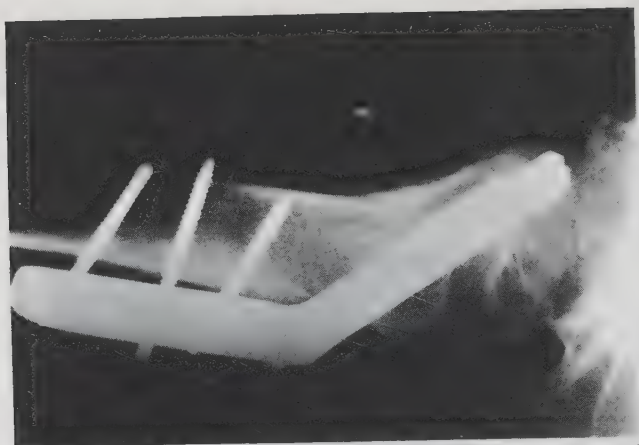


Abb. 11. Seitliches Bild. Kopf immer noch nach dorsal disloziert. Mäßige Nagellage. Instabile Osteosynthese.

In Tab. 1 ist die Häufigkeit der so erzielten anatomischen Reposition aufgezählt. Die Prozentzahl von 39,8 gilt für alle Varus- und lateralen Schenkelhalsfrakturen. Die Abduktionsfrakturen wurden nicht mitgerechnet. Bei der Auswertung der Röntgenbilder wurden strenge Maßstäbe angelegt und nur exakte anatomische Reposition gerechnet. Betrachtet man nur das Repositionsergebnis der medialen Varusfrakturen, so wurde die anatomische Reposition in 37 von 101 Fällen erzielt, ein mit 36,7 % deprimierendes Ergebnis. Deutlich ist außerdem aus der Tab. 1 zu sehen, daß mit zunehmender Neigung der Frakturebene auch das Repositionsergebnis schlechter wird. Bei der Durchsicht der Literatur werden über die Repositionserfolge die widersprüchlichsten Angaben gefunden. FIELDING, WILSON u. ZICKEL sahen nach manueller Reposition nur ideale Verhältnisse bei einer relativ kleinen Serie von 35 PUGH-Laschennägeln. BÖHLER u. ENDER und BÖHLER (1954) geben für ihre ersten Serien 40 % später 50 % anatomische Reposition an. STOECKEL (1950) erzielte in 43,8 % eine anatomische Reposition, während BANKS sogar in 81,5 % ein gutes Repositionsergebnis erzielte. Allerdings wird bei ihm neben dem anatomischen Ergebnis auch die Valgusstellung als "gut" bezeichnet. Aus den hier erzielten schlechten Repositionsergebnissen kann nur der Schluß gezogen werden, notfalls mit der offenen Reposition nicht zu

zögern, damit dieses enorm wichtige Ziel erreicht wird. Einer grundsätzlich primären offenen Reposition sollte man jedoch wegen der vergrößerten Gefahr der Kopfnekrose zurückhaltend gegenüber stehen.

Neben der Reposition gibt es aber noch viele andere Faktoren, die die Ergebnisse bei der Behandlung der Schenkelhalsfraktur beeinflussen. Als Voraussetzung wird von allen Autoren die Stabilisierung durch die Osteosynthese angesehen. Hier soll besonders das Augenmerk auf die primäre Stabilität bei verschiedenen Osteosynthese-Verfahren gelenkt werden. Man ist sich dabei durchaus der Problematik dieses Vorhabens bewußt, da ja schließlich die endgültigen Heilergebnisse bei diesen Frakturen erst nach Jahren zu beurteilen sind. CHAPCHAL (1965) fordert für die Beurteilung eines neuen Verfahrens deshalb eine sehr lange Beobachtungszeit wie viele andere Chirurgen auch. Das ist durchaus für den Endausgang der Fraktur richtig, doch ist die primäre Stabilität ein Faktor, dem ohne Zweifel beim endgültigen Ergebnis eine große Bedeutung zukommt. Darauf haben besonders FELSENREICH (1937), SALEM, STOECKEL (1950) und SCHECK hingewiesen. Bei ihren Nachuntersuchungen konnten sie an Hand von Mißerfolgen die Bedeutung der primären Stabilität und Instabilität zeigen. BÖHLER und ENDER verstehen unter "primärer Instabilität" eine Stellungsänderung der Bruchstücke infolge ungünstiger Stellung und Nagel-lage, die in den ersten Wochen nach der Belastung auftritt. Hier wird nur die Ststellungsänderung der Fragmente als "primäre Instabilität" bezeichnet, ganz gleich ob belastet wurde oder nicht, und ganz gleich ob eine statisch günstige oder schlechte Stellung vorlag. Dabei soll besonders das Verhalten des PUGH-Laschennagels kritisch betrachtet werden. Dieses Verfahren ist in Deutschland weitgehend noch nicht praktisch erprobt. Da die von amerikanischen Autoren PUGH, FLEMING, FIELDING u. ZICKEL angegebenen Endresultate ganz ausgezeichnet sind, soll diese Methode hier diskutiert werden. Sie wird in einer Berliner Klinik seit zwei Jahren in zunehmendem Maße durchgeführt, so daß zwar schon die Beobachtung der primären Ergebnisse, jedoch noch nicht die der endgültigen Heilerfolge möglich war.

Herrn Chefarzt Dr. med. KUSSIN, Leiter der chirurgischen Abteilung des Bethanien-Krankenhauses in Berlin-Kreuzberg, sei hiermit für sein Entgegenkommen bei der Überlassung des Krankengutes vielmals gedankt.

Welche Faktoren beeinflussen nun eben der Reposition die Stabilität der Schenkelhalsfraktur?

Es sind dies sicher Faktoren, die in der Fraktur selbst liegen. Hier ist zunächst die Lokalisation der Fraktur zu nennen. Je weiter der Frakturverlauf medial liegt, desto größer ist die Gefahr der Instabilität. BANKS weist besonders auf die rein subcapitalen Brüche hin, während die lateralen Formen als stabil bezeichnet werden. Aber auch bei diesen Frakturen kann durch den großen Hebelarm des proximalen Fragmentes leicht eine Veränderung der Winkelstellung auftreten (CHAPCHAL 1961). Das Endergebnis ist aber bei diesen Frakturen durch die gute Heilungstendenz nicht so sehr gefährdet wie bei den medial gelegenen Brüchen (BÖHLER 1954).

Von großer Bedeutung ist die Neigung des Frakturwinkels bei den medialen Schenkelhalsfrakturen. In seiner Monographie geht FRIEDRICH PAUWELS (1935) eingehend auf diesen Faktor ein und stellt die Schenkelhalsfraktur erstmals in klarer Weise als ein mechanisches Problem dar. Wegen der großen Bedeutung seiner theoretischen Untersuchungen sollen PAUWELS' Gedanken genau erörtert werden, da sie in entscheidender Weise Prognose und Therapie der Schenkelhalsfraktur beeinflussen haben.

Wie ROUX meint PAUWELS, daß das Schicksal des knochenbildenden Gewebes, daß als pluripotent anzusehen ist, von den mechanischen Kräften abhängig ist, die darauf entwirken. So bedeutet nach ROUX ein Wechsel von Druck und Entlastung eine Förderung der knöchernen Heilung und wird als "funktionelle Druckbeanspruchung" bezeichnet. Unter ihrem Einfluß entsteht aus dem Regenerat knöcherner Kallus, und die Frakturheilung tritt ein. Dagegen vermögen Zug- und Scherspannungen das Regenerat zur Bildung von Bindegewebe und Knorpel zu veranlassen, oder sogar schon gebildeten Kallus wieder in Bindegewebe umzubauen. Ist jedoch die Widerstandsfähigkeit des Regenerates größer als die schädigenden Einflüsse, so tritt trotzdem knöcherner Heilung ein. Wichtig bei der Frakturheilung ist somit das Gleichgewicht von schädigenden Einflüssen mit der Widerstandskraft des Regenerates. In dieses Kräftegleichgewicht greift besonders bei den Schaftbrüchen der Extremitäten der periostale Kallus als schützende Muffe ein. Er scheint die Aufgabe zu haben, die an den Fragmenten auftretenden Scher- und Zugspannungen aufzufangen und in Druckspannungen umzuwandeln. Dadurch werden für das Markregenerat die besten

Möglichkeiten geschaffen, Knochen zu bilden und die Fragmente fest zu vereinigen. In dieser Beziehung nimmt die Schenkelhalsfraktur eine Sonderstellung ein:

1. Fehlendes Periost verhindert die periostale Kallusbildung.
2. Es liegen am coxalen Femurende sehr hohe mechanische Belastungen vor, wie sie sonst keine Fraktur zu ertragen hat.

Damit gewinnen die mechanischen Kräfte allein eine große Bedeutung für diese Frakturart und beeinflussen das Verhalten des Markregenerates.

Welcher Art ist nun die mechanische Beanspruchung der Schenkelhalsfraktur?

Nach PAUWELS wirkt auf den Schenkelkopf die Schwerkraft in Form der Druckbeanspruchung "R", die in Bezug auf die Entwicklung des Regenerates und damit der Frakturheilung in zwei entgegengesetzte Komponenten zerfällt:

1. Die Scherkraft "S", die parallel zur Bruchfläche wirkt und Scher- und Zugspannung erzeugt, also eine Umwandlung des Regenerates in Bindegewebe oder Knorpel fördert oder, bei entsprechender Größe, jungen gebildeten Knochen wieder umbaut.
2. Die Druckkomponente "P", die senkrecht auf der Frakturebene steht, den Kopf also auf den Hals preßt und als "funktionelle Druckbeanspruchung" die knöchernende Heilung fördert.

Für den Heilungsverlauf ist es von großer Bedeutung, welche der beiden Komponenten "P" oder "S" überwiegt, oder welche jedenfalls frei auf das Regenerat zur Auswirkung kommt. Nie kommt die verschiebende Komponente "S" voll zur Wirkung, da die Teilkomponente "P" das Kopf-fragment auf den Hals preßt. Die so erzeugte Reibungskraft ist abhängig von dem Reibungskoeffizienten der Bruchflächen und ist somit ein Produkt aus Druckkomponente "P" und dem Reibungskoeffizienten. Ist nun die verschiebende Komponente "S" größer als dieses Produkt, so kommt auf das Regenerat die tatsächliche "Freie Scherkraft  $K_s$ " zur Geltung. Sie ist es, die Zug- und Scherspannungen hervorruft und mit der Widerstandsfähigkeit des Regenerates im Widerstreit steht.

Ist die "Freie Scherkraft Ks" größer als die Widerstandsfähigkeit des Regenerates, so resultiert daraus eine Umwandlung in Bindege-webe; es entsteht eine Pseudarthrose.

Diese "Freie Scherkraft" ist bei den Schenkel-halsfrakturen nicht konstant, sondern variabel. Und zwar findet eine Änderung mit der Größe des Neigungswinkels der Fraktur in Bezug auf die Druckbeanspruchung "R" statt, die auf das Zentrum des Schenkel-kopfes wirkt. Je größer dieser Neigungswinkel ist, desto größer wird die Teilkomponente "S" und desto kleiner wird die Teilkomponente "P" sein. Daraus ergibt sich, daß die wirkende "Freie Scherkraft" mit steigendem Winkel sehr schnell zunimmt und damit die Widerstandskraft des Regenerates immer mehr beansprucht. Das ist nach PAUWELS aber erst bei einem Frakturwinkel von 25 Grad der Fall. Bis zu diesem Win-kel kommt nur funktionelle Druckbeanspruchung zur Geltung, so daß auch ein Regenerat mit geringem Widerstand sicher knöchern heilen kann. Mit steigendem Neigungswinkel der Fraktur muß jedoch die Wider-standskraft sehr hoch werden, um bei den wirkenden Scherkkräften eine knöchernende Heilung zu ermöglichen.

Neben der Scherkraft ist für die Heilung die Druck-komponente "P" aber auch sehr wichtig. Sie bewirkt, daß der Kopf auf die distale Frakturfläche gedrückt wird. Es wird also stets eine Druckspannung auf das Regenerat ausgeübt, die aber bei einer gewissen Größe der "Freien Scherkraft" nicht mehr zur Geltung kommt, also un-wirksam bleibt. Diese Druckspannung ist keineswegs gleichmäßig über die gesamte Bruchfläche verteilt. Das ist nur der Fall, wenn die Verlängerung der Druckbeanspruchung "R" genau durch die Mitte der Bruchflächen geht, also weitgehend mit der Achse des Schenkelhalses übereinstimmt. Das ist der Fall bei ganz geringer Neigung der Fraktur, oder bei vorliegende Coxa-Valga Stellung. Bei allen anderen Fällen wird mit zunehmender Steilstellung der Bruchfläche die Druckspannung immer mehr in den medialen Frakturanteil verlegt, so daß lateral immer mehr Zugspannungen auftreten.

Daraus ergibt sich, daß bei Steilheit der Frakturebene im lateralen Bereich der Fraktur immer mehr schädigende Kräfte entstehen, während die fördernde Druckspannung im medialen Teil der Fraktur einen immer geringeren Anteil einnimmt. Schließlich kann die Frakturneigung so stark sein, daß die Verlängerung der Druckbeanspruchung "R" medial an der Abstützungsstelle des Kopffragmentes vorüber geht. Dann wird dadurch ein "freies Kippmoment" auf den Kopf ausgeübt, das im gesam-

ten Frakturbereich zu einer Zugbeanspruchung des Regenerates führt. Diese Bruchformen sind nach PAUWELS prognostisch besonders ungünstig, da zu der schädigenden "Freien Scherkraft" auch noch die starke Zugbeanspruchung durch das "Freie Kippmoment" hinzu kommt. Zusammenfassend schreibt PAUWELS in seiner Monographie:

"Die Druckbeanspruchung des Schenkelkopfes kann, wenn ich kurz zusammenfasse, grundsätzlich in dreifacher Form auf das Regenerat zur Auswirkung kommen. Ich halte es deshalb für zweckmäßig, die verschiedenen Schenkelhalsbrüche in Hinblick auf die Prognose und Therapie nach ihrer mechanischen Konstellation in folgende drei Gruppen einzuteilen:

1. In Brüche 1. Grades, bei welchen die mechanische Beanspruchung im Sinne funktioneller Druckbeanspruchung "P" wirkt und das Regenerat in ganzer Ausdehnung unter wirksamer Druckspannung steht.
2. In Brüche 2. Grades, bei welchen die mechanische Beanspruchung im Sinne "Freier Scherkraft Ks" wirkt, während die Wirkung der anpressenden Teilkraft "P" keinen Einfluß auf das Regenerat ausüben kann, also latent bleibt.
3. In Brüche 3. Grades, bei welchen die mechanische Beanspruchung im Sinne "Freier Scherkraft Ks" in Kombination mit Zugkraft "Z" wirkt, also zwei schädigende Kräfte enthält."

Auf grund dieser mechanischen Analyse zieht PAUWELS folgende Schlüsse für die Therapie der Schenkelhalsfrakturen mit Schraube oder Nagel:

Bei Frakturen ersten Grades ist eine Osteosynthese beim Vorliegen einer Einkeilung nicht nötig. Nur wenn es sich um eine Varusfraktur mit Dislokation handelt, erfüllt das Osteosynthesematerial die unspezifische Aufgabe, die reponierten Fragmente zu halten. Da der gesamte Frakturbereich sowieso unter funktioneller Druckspannung steht, kommt dem Nagel oder der Schraube im mechanischen Sinne keine kausale Bedeutung zu.

Dagegen gilt es, bei den Frakturen zweiten Grades die schädigende "Freie Scherkraft Ks" auszuschalten. Dies gelingt ausreichend durch den Nagel oder die Schraube, die bekanntlich gute Wirkungen gegen verschiebende Kräfte entwickeln. Die latente Druckspannung dieser Frakturen wird dadurch aktiviert und hat somit nun einen echten fördernden Einfluß auf die Frakturheilung. Anders liegen die Bedingungen bei den Brüchen dritten Grades. Denn hier wirkt ja neben der schädigenden Scherkraft noch ein freies Kipp

moment. Aufgabe einer Osteosynthese müßte es also hier sein:

1. Die "Freie Scherkraft Ks" auszuschalten.
2. Das "Freie Kippmoment K" zu verhindern.
3. Eine heilungsfördernde funktionelle Druckspannung zu erzeugen.

Nur in Ausnahmefällen gelingt es PAUWELS (1935), diese Forderungen zu erfüllen. Dazu muß der Nagel flach und kranial im Frakturbereich zu liegen kommen. An der Frakturdurchtrittsstelle wirkt er als Drehpunkt, und der Kopf wird bei der intermittierenden Belastung immer leicht um diesen Punkt gekippt, so daß er unterhalb des Nagels an den Hals gepreßt wird, wodurch hier funktionelle Druckbeanspruchung entsteht. Dagegen bleiben oberhalb des Nagels weiter Zugspannungen bestehen. Da der Nagel außerdem geeignet ist, die Scherkraft abzufangen, sind alle drei Forderungen durch diese hohe Nagellage erfüllt. Der Schenkelkopf kann nicht frei kippen, da er an den Hals gepreßt wird, wodurch zugleich funktionelle Druckspannung entsteht; die freie Scherkraft ist ausgeschaltet.

Tatsächlich kann aber nach PAUWELS dieser Frakturtyp kausal nur durch die Änderung seiner ungünstigen mechanischen Konstellation behandelt werden. Dazu bieten sich zwei Wege an:

1. Eine Reposition in Valgusstellung.
2. Die blutige Umstellungsosteotomie.

Durch beide Maßnahmen läßt sich eine mechanische ungünstige Fraktur vom Typ P III in eine prognostisch günstigere Form umwandeln.

So entscheidend die theoretischen Berechnungen von PAUWELS die Therapie der Schenkelhalsfrakturen beeinflußt haben, so gab es doch immer wieder Autoren, die nicht zu Unrecht gewisse Einschränkungen in das PAUWELS'sche Schema hinein brachten. MAATZ u. LENTZ und STOECKEL (1950) zeigten, daß es oft schwierig ist, von einer einheitlichen Frakturebene zu sprechen. Häufig gelingt es gar nicht, bestimmte Frakturen in das PAUWELS'sche Schema einzuordnen. Dagegen messen sie der Frakturoberfläche eine große Bedeutung beim primären Heilverlauf zu. Sind die Frakturoberflächen grob modelliert, so sprechen sie von einem ausgeprägten Frakturflächenrelief, das primär eine innere Verhakelung der Fragmente garantiert und somit die Stabilität fördert.

Ein weiterer Faktor, der die Stabilität der Schenkelhalsfraktur zu beeinflussen scheint, ist die primäre, beim Trauma auftretende Dislokation der Fragmente. BRÜTSCH, SPOTOFT, GELBKE u. DZIEKAN und STOECKEL (1950) machen eine primär starke Dislokation für eine Verminderung der Stabilität verantwortlich. Dagegen lehnt LINTON (1949) die primäre Dislokation als Ursache der Instabilität ab. STOECKEL (1950) und SCHECK weisen auf die primäre Dislokation in axialer Richtung hin, die nach Reposition und Nagelung häufig Ursache der primären Instabilität ist. Eine besondere Form der primären Dislokation beschreibt BACKMAN. Es handelt sich dabei um eine dislocatio ad peripheriam des Kopffragmentes, die er als "Rotational Dislocation" bezeichnet. Diese Dislokationsform ist nach BACKMAN eine Hauptursache für schlechte Ergebnisse.

Neben der primären Dislokation spielt die Verkeilung der Fragmente in leichter Valgusstellung eine große Rolle für die Stabilität dieser Frakturen. Alle Autoren sind sich darüber einig, daß diese Bruchformen besonders stabil sind und somit eine ausgezeichnete Heilungstendenz haben. Aber auch hier herrscht keine Einigkeit über das einzuschlagende therapeutische Vorgehen. Das Für und Wider der Osteosynthese oder der konservativen Behandlung soll hier nicht erörtert werden; es wird bei der Diskussion der eigenen instabilen Fälle und bei der Frage der Kopfnekrose darauf eingegangen. Hier soll nur gesagt werden, daß die vorliegenden eingekeilten Abduktionsfrakturen durchweg genagelt wurden, wie es auch NIGST in seinem Handbuch fordert. Konservativ behandelte Fälle wurden nicht berücksichtigt. Man will damit primär ein Abrutschen der Fragmente verhindern. PAUWELS (1935), BÖHLER (1954), MAATZ u. LEMPERT, CLEVELAND u. BAILEY, ENDER, CRAWFORD und CHAPCHAL (1961) treten für ein rein konservatives Verhalten ein.

Mit Ausnahme der besprochenen Reposition und der Umstellungsosteotomie haben wir kaum einen Einfluß auf die zuletzt erwähnten Faktoren der Stabilität. Ganz anders liegt es bei der nun einzuschlagenden Therapie. Ziel der Behandlung ist es, eine "stabile Osteosynthese" der Schenkelhalsfraktur zu erzeugen, um damit die knöchernde Heilung zu erzwingen. KÜNTSCHER hat diesen Begriff geprägt, und auch seine Anwendungsmöglichkeit bei Frakturen des coxalen Femures diskutiert. Seine Gedanken sollen wegen ihrer Bedeutung kurz angeführt werden (KÜNTSCHER 1962): Eine stabile Osteosynthese bedeutet eine ausreichend feste Vereinigung von Frakturfragmenten durch eine "innere Schiene",

so daß eine äußere Schiene überflüssig wird, und deren Nachteile, wie Gelenkversteifungen, Atrophie und Durchblutungsstörungen, ausbleiben. Das ist deshalb möglich, weil die "stabile Osteosynthese" frühzeitige Bewegung und Belastung ermöglicht. Zur Erreichung dieses Zieles gibt KUNTSCHER zwei Bedingungen an:

1. Festigkeit der inneren Schiene: Das Osteosynthesematerial muß die gleiche Biegezugfestigkeit haben wie der Frakturbereich vor dem Trauma. Nur so können die bei der Frühbelastung auftretenden Kräfte durch den Nagel abgefangen werden. Es kommt also nur dickes Osteosynthesematerial in Frage, das eine ausreichende Biegezugfestigkeit besitzt.
2. Feste Vereinigung von Schiene und Knochen: Sie ist deshalb nötig, damit bei der Frühbelastung der Knochen sich nicht um den Nagel dreht und verschiebt, und auf diesem Wege eine Pseudarthrose entsteht. Dieses Problem ist gelöst durch das "Prinzip der elastischen Verklammerung". Ein in Holz eingeschlagener Nagel dehnt die Holzfasern, die damit den Nagel elastisch umklammern. Ein Knochenrohr besitzt diese Elastizität nicht, dagegen aber der von KUNTSCHER entwickelte Marknagel, dessen Querschnitt eine elastische Ringfeder darstellt. Beim Einschlagen wird er komprimiert, um dann auf Grund seiner Elastizität sich auszudehnen und sich so fest mit dem Knochen zu vereinigen. Dadurch wird auch dem Problem der Knochenresorption entgegen gewirkt, die stets um den Nagel auftritt. Der elastische Nagel folgt gewissermaßen dem sich resorbierenden Knochen nach. Hat der Nagel sich bis zu seinem Ende ausgedehnt, dann ist schon meist genügend Kallus gebildet, um nun die feste Vereinigung der Fragmente zu übernehmen. Dieses Prinzip der elastischen Einklemmung ist bei der Schenkelhalsfraktur nicht in gleicher Weise zu erreichen wie bei der Marknagelung langer Röhrenknochen. Eine feste Vereinigung zwischen Schiene und Knochen kann höchstens an wenigen Punkten erzielt werden. Sonst werden beim Eintreiben des Schenkelhalsnagels nur die schwachen Spongiosabälkchen um den Nagel gespannt und erzeugen damit eine leichte Verklammerung. Aber schon bald sind sie resorbiert, ohne daß bereits eine feste Konsolidation der Fraktur eingetreten wäre. Das weitere Schicksal der Kallusbildung ist dann von den PAUWELS'schen Grundsätzen abhängig.

Welches ist nun bei der Osteosynthese die für die Stabilität der Fraktur günstigste Lage des Materials?

Eine Gruppe namhafter Autoren fordert die mittlere Lage des Nagels

im Schenkelhals. BÖHLER (1954) gibt in der ventralen Aufsicht einen Winkel von 125 bis 135 Grad mit dem Schaft an. Der Nagel soll möglichst achsengerecht im Hals zu liegen kommen. Bei zu flacher Lage des Nagels sei die Biegungsbeanspruchung zu groß, und es droht der Nagelbruch. Bei zu steiler Lage des Nagels gelange dessen Spitze in den äußeren oberen Kopfanteil und bewirke hier leicht vaskuläre Schädigungen (FELSENREICH 1939, BÖHLER 1954). PAUWELS (1935) empfiehlt sogar für Brüche dritten Grades die flache kraniale Lage des Osteosynthesematerials. Auf seine Begründungen wurde bereits eingegangen. FRANKEL (1959, 60) fordert ebenfalls eine mittlere Lage des Nagels. Er konnte experimentell zeigen, daß die resultierende Gesamtkraft, die auf den Schenkelkopf wirkt, wegen des dauernden Belastungswechsels ständig ihre Richtung ändert, so daß bei steiler Lage der Nagel durchaus unter seitliche Biegungsbelastungen gerät und nicht etwa parallel der Richtung der Resultanten zu liegen kommt. Auch MANNINGER, SZABO und KAZAR geben die zentrale mittlere Lage als günstigste für die Stabilität an.

Dagegen vertreten viele Chirurgen die steile Lage des Nagels. KÜNTSCHER (1948, 53) gibt diese Lage als die mechanobiologisch günstigste an, da der Nagel durch seine steile Lage in die Richtung der Hauptmuskelkomponente gelange, und damit das freie mechanische Kippmoment ausgeschaltet werde. Das Kopffragment gleite somit entlang des Nagels und werde auf den Hals gepreßt. Durch die weit kaudal gelegene Eintrittsstelle und das Abstützen am Adamschen Bogen erhält der steile Nagel eine feste Einklemmung im distalen Fragment. Dadurch, daß der Nagel die Frakturebene im spitzen Winkel schneidet, ist eine Rotation der Fragmente gegeneinander ausgeschlossen, und die Gefahr der Pseudarthrose weitgehend gebannt. MAATZ und LENTZ haben an Leichenfemora experimentell diese steile Nagellage mit der flachen Lage verglichen. Um dabei die Reibung oder Verhakung der Fragmente als Unbekannte auszuschließen, wurde zwischen die Fragmente ein Gleitmechanismus mit zwei Metallplättchen eingefügt. Sie konnten zeigen, daß bei flacher Nagellage der Kopf schon bei Belastung von 25 bis 40 kg nach kaudal abrutschte, und der Nagel durch das weiche Trochantergebiet durchschnitt. Bei der steilen, von KÜNTSCHER geforderten Lage dagegen, fand eine Stellungsänderung erst bei durchschnittlich 250 kg statt und zwar durch Zerplatzen des Adamschen Bogens. Bei Außenrotationsproben kam es bei flacher, kranialer und ventraler Lage bei ca. 25 kg Belastung zum Abkippen des

Kopfes nach dorsal, während bei steiler Lage des Nagels, wenn dieser dorsal im Hals den dort liegenden Strukturen und dem Adamschen Bogen aufliegt, der Nagel erst bei ca. 90 kg Belastung durchschnitten. Diese Nagellage wird von MAATZ als günstigste angegeben. Doch meint auch er, daß bei dieser Lage eine stabile, belastungsfähige Osteosynthese nicht erreicht werde. Zwar ist der Nagel zwischen Schaftkortikalis und Adamschen Bogen stabil eingeklemmt, doch ist sein fester Sitz im Kopffragment von der Festigkeit der dort vorhandenen Spongiosa abhängig. Eine früh belastungsfähige Osteosynthese ist also in diesem Bereich nicht gewährleistet.

Eine ähnlich steile Nagellage fordert SCHOCH. Nur bevorzugt er eine diagonale Führung des Nagels, wobei der Nagel von kaudal und dorsal über den Adamschen Bogen nach ventral und kranial in den Kopf gelangt. Durch diese Lage kommt der Nagel dorsal im Hals in der dort verlaufenden dichteren Spongiosa zu liegen und hat außerdem im kranialen ventralen Kopfanteil keine Möglichkeiten einer Gefäßschädigung. Ob Osteosynthesematerial bei irgendeiner Lage im Hals und Kopf zu einer echten Störung der Blutversorgung führen kann, muß heute nach den Untersuchungen von BRODETTI überhaupt bezweifelt werden. Beim vorliegenden Krankengut wurden folgende Nagellagen erstrebt: Der Dreilamellen-Nagel, der einfache Laschennagel und die AO-Winkelplatte wurden vorwiegend in einer mittleren Lage eingebracht, während der KÜNTSCHER-Nagel, die POHL'sche Schraube und der PUGH-Laschennagel eine überwiegend steile Lage mit sich bringen.

Neben exakter Reposition und exakter Fixation wird eine Ineinanderverstauchung der Fragmente als unerläßliche Bedingung für eine knöchere Heilung angesehen (MÜLLER 1957, 63, BÖHLER 1954). Der so erreichte feste Kontakt fördert nun nicht nur die schnelle Verheilung, sondern stellt auch eine gewisse Verkeilung dar. Er ist damit Bestandteil der Stabilität. Dieses Ziel kann bei der Osteosynthese auf zwei Wegen erreicht werden. Bei Durchführung des Eingriffes mit einem Nagel kommt es oft beim Durchtritt der Nagelspitze durch den Frakturspalt zu einer Distraction der Fragmente. Im Anschluß an die Nagelung wird diese Distraction durch vorsichtiges Verhämmern ausgeglichen und außerdem eine Verkeilung erzeugt. Bei offener Reposition kann man diesen Vorgang direkt mit dem Auge überwachen (SMITH-PETERSEN 1931, MÜLLER 1957). BÖHLER (1954) und FELSENRICH (1937) weisen darauf hin, daß eine gute Verstauchung nur dann möglich ist, wenn die Extension auf dem Frakturertisch vor dieser Maßnahme verringert wird.

Anhänger der Verschraubung der medialen Schenkelhalsfraktur meinen, schon primär durch den Zug der Schraube einen festen Preßsitz der Fragmente zu erzeugen (PUTTI, REIMERS 1951, 55, 60). Dagegen glauben SCHUMPELICK, WASSNER und KROENER, daß dieser Preßsitz sich sehr schnell lockert und die Schraube im Zuge der Frakturresorption nach lateral rutscht, wodurch sich das System von Schraube und Gegenmutter lockert. Aus diesem Grunde verwenden sie die von E. POHL entwickelten, gleitenden Schrauben. Sie fordern frühe Belastung, damit dadurch mit Hilfe des Gleitprinzips eine Eintauchung der Fragmente gewährleistet wird. Eine derartige physiologische Verhämmerung wird auch von PAUWELS (1953) gefordert. Er läßt dazu die Patienten am zweiten postoperativen Tag kurz aufstehen und hält sie zur kurzen Belastung der verletzten Extremität an. Eine dauerhafte Frühbelastung empfiehlt er nicht. Einen andauernden Preßsitz glaubt CHARNLEY (1957, 59) mit Hilfe seiner Kompressions-Osteosynthese zu erzielen. Es handelt sich dabei um eine Laschenschraube, die mit einer Druckfeder versehen ist, so daß das Kopffragment unter dauernder Zugwirkung steht.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß die primäre Stabilität und damit die Stabilität dieser Frakturart überhaupt von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. Am eigenen Krankengut wird versucht, für das Auftreten primärer Instabilität die Ursachen aufzudecken. Dabei wird vor allem auf die Vor- und Nachteile des PUGH-Laschennagels eingegangen.

Bei 130 Schenkelhalsfrakturen wurde in 38 Fällen (29,2 %) eine primäre Instabilität gesehen (Tab. 3). Beim KÜNTSCHER-Nagel, der AO-Winkelplatte und dem einfachen Laschennagel wurde in keinem Fall eine postoperative Veränderung der Fragmentstellung bemerkt. Allerdings muß dieses Ergebnis bei der geringen Anzahl von Fällen mit größter Skepsis gesehen werden.

Dagegen traten beim PUGH-Laschennagel diese Komplikation in 8 und 44 Frakturen (18,2 %) und beim Dreilamellen-Nagel nach SVEN JOHANSSON in 26 von 60 Frakturen (43,2 %) auf. Bei 7 Transfixationsmanövern mit dem Dreilamellen-Nagel kam es in zwei Fällen und bei fünf Verschraubungen mit der einfachen POHL'schen Laschenschraube in zwei Fällen zurstellungsänderung der Fragmente (Tab. 3).

Trotz der ausgezeichneten Ergebnisse des steilen KÜNTSCHER-Nagels; KÜNTSCHER (1953) gibt bei 100 Fällen keine Pseudarthrosen und LENTZ bei 102 Fällen sieben Patienten mit einer Pseudarthrose an, konnte man sich hier nicht entschließen, diese Methode in größerem Umfang weiter durchzuführen. Man sah zwar keinen Versager in Bezug auf die Stabilität, doch trat bei allen acht Fällen eine andere unangenehme Komplikation ein. Mit dem Auftreten der Frakturresorption kam es in allen Fällen zur Perforation des Kopfes im kranialen lateralen Anteil durch die Nagelspitze. Damit lag die Spitze des Nagels in dem Teil des Gelenkes, der unter der größten Belastung steht. Von den betreffenden Patienten wurden heftigste Beschwerden angegeben. Bei Durchsicht der Röntgenserien konnten folgende technische Fehler als Ursache dieser Fehlschläge gefunden werden: In allen Fällen war der Nagel zu lang gewählt, so daß die Spitze zu dicht unter der Kopfoberfläche zu liegen kam. Außerdem wurde die Querschraube an der Bohrstelle des Schaftes viel zu tief eingesetzt, so daß sie sich bald bei eintretendem Gleiten des Nagels an der unteren Begrenzung des Bohrloches abstützte, wodurch ein weiteres Herausgleiten unmöglich wurde. Die Kopfperforation war dann die Folge. Es handelt sich also um technische Fehler, die nach KÜNTSCHER (1962) zu vermeiden sind.

Auch mit der AO-Winkelplatte konnten noch keine ausreichenden Erfahrungen gesammelt werden. Von der mechanischen Konstruktion her gewährt diese Vorrichtung sicher ein Höchstmaß an Stabilisierungsfähigkeit, ähnlich wie es der H-Nagel von LAING und O'DONNELL zu tun vermag. Jedoch sind auch hier Nachteile zu finden. Durch die breite Konstruktion kommt es bei wiederholten Einführungsversuchen zu einer weitgehenden Zerstörung der Spongiosa, die ja im Kopf die Stabilität allein garantiert. Bei genügender Erfahrung läßt sich dieser Fehler sicherlich vermeiden. Nicht selten kommt es bei der Operation zur Distraction der Fragmente oder zum Sperren der Lasche am Schaft, wenn der Einführungswinkel nicht richtig gewählt wurde. Bei zwei der vier genagelten Fälle war nach Abschluß des Verfahrens ein deutlich klaffender Spalt zwischen den Fragmenten geblieben. Diesen Fehler meint die AO-Gemeinschaft ja durch offene Reposition und Nagelung vermeiden zu können (MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER). Die hier angeführten Fälle wurden aber nach geschlossener Reposition genagelt. Für den weiteren Verlauf der Frakturheilung muß bei einem starren Laschennagel wie der AO-Winkelplatte unter Umständen mit folgenden Komplikationen gerechnet werden: Vermag ein weiches Kopffragment bei

der eintretenden Frakturresorption entlang der U-Platte zu gleiten, so kann bei zu langer Platte leicht eine Kopfperforation auftreten. Ist dagegen der Kopf zu fest, so wird er am Gleitvorgang gehindert, und die Fragmente werden bei eintretender Frakturresorption klaffen. Die Folge kann ein Ausbleiben der knöchernen Überbrückung sein.

Die beiden zuletzt erwähnten Komplikationen gelten auch für den einfachen Laschennagel, der aus Schaftplatte und Dreilamellen-Nagel besteht. KURT und GREISSINGER u. KEYSSELER sahen besonders die Kopfperforation, jedoch keine Distraction der Fragmente. Eine primäre Veränderung der Fragmentstellung konnten sie nicht sehen, doch weist KURT auf die Gefahr des Nagelbruches an der am meisten belasteten Stelle der Konstruktion, der Schrauben-Plattenverbindung, hin. Dieser Vorgang tritt meist erst nach längerer Belastung auf. Beim beurteilten Krankengut wurden nur zwei laterale Schenkelhalsfrakturen mit Nagel und Platte versorgt. Es traten keine primären Komplikationen auf.

Alle drei Gefahren des einfachen Laschennagels, die Perforation, Distraction und die Materialschwäche sollen nach PUGH bei seinem Laschennagel nicht auftreten. (Die ersten beiden Gefahren gelten für alle starren Laschennägel). Der selbstanpassende Nagelteil gleitet in der Hülse der Lasche, so daß die Fragmente auch bei Frakturresorption engen Kontakt behalten. Da durch diesen Gleitvorgang außerdem die Gefahr der Kopfperforation verhindert sei, empfiehlt PUGH, die Nagelspitze zur Erzielung größerer Stabilität bis hart an die Kopfoberfläche heranzuschlagen. FIELDING u. ZICKEL warnen vor diesem Vorgehen und schlagen den Nagel nur bis 0,6 cm an die Kopfoberfläche heran. Bei den 44 hier zu zeigenden Fällen wurde der Nagel nach den Angaben von PUGH weit vorgetrieben, so daß er bisweilen schon primär im oder am Gelenkknorpel zu liegen kam. An Hand von Abbildungen sollen einige klinische Ergebnisse des PUGH-Laschennagels gezeigt werden:

Die Abbildungen 12 bis 15 zeigen die Röntgenbilder einer 67 jährigen Patientin mit einer linksseitigen medialen Schenkelhalsfraktur vom PAUWELS-Typ II. In Abb. 12 ist das Repositionsergebnis in ventraler Aufsicht zu sehen. Der kaudale Kopfsporn steht zu weit medial vom Adamschen Bogen des Halses, so daß er keine Abstützungsmöglichkeit hat. Leichte Varusstellung des proximalen Fragmentes. Axial (Bild nicht reproduzierbar) liegen ideale Verhältnisse vor. Die Abb. 13 und 14 zeigen den Zustand nach Nagelung und Einkeilung, ca. vier Wochen

später. Die Nagellage ist in beiden Ebenen ideal, nur die Nagelspitze ist etwas zu weit vorangetrieben (Abb. 13). Durch die Einkeilung ist der kraniale Halsanteil in das Kopffragment eingetrieben worden, so daß dieses in leichte Valgusstellung geschwenkt wurde. Dadurch sind die Kortikalisanteile medial etwas auseinander geschoben, und der Frakturspalt klafft leicht (Abb. 13). Die seitliche Aufnahme zeigt weiterhin ideale Verhältnisse (Abb. 14). Das Ende der Laschenhülse liegt in beiden Ebenen sicher im distalen Fragment. Abb. 15 zeigt den Zustand nach acht Monaten. Sichere Frakturheilung mit trabekulären Durchbau ist eingetreten. Keine Anzeichen einer Kopfverdichtung. Im Bereich der Nagelspitze leichte, verwaschene Zeichnung der Kopfstruktur, die aber schon in Abb. 12 angedeutet ist. Kein klinischer Anhaltspunkt für einen Infekt. Sehr gute Gangverhältnisse.

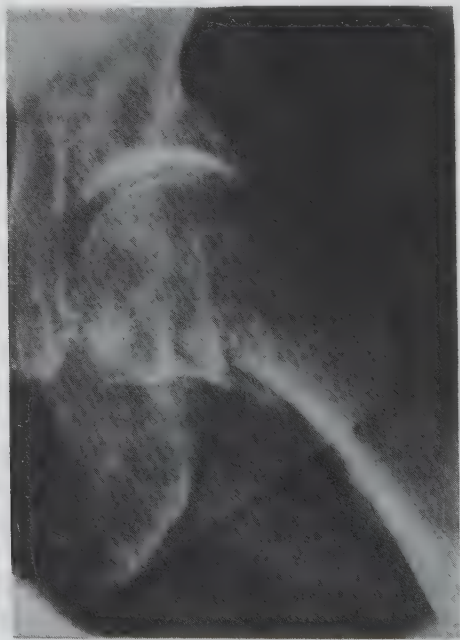


Abb. 12. Repositionsergebnis.  
Ventrale Aufsicht.



Abb. 13. Vier Wochen später.

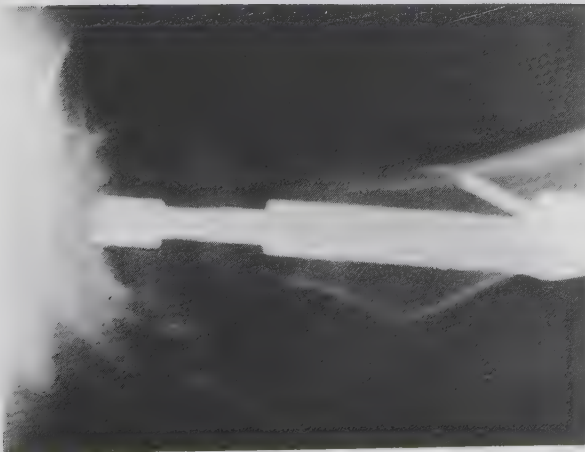


Abb. 14. Vier Wochen später. Seitliche Aufnahme.



Abb. 15. Acht Monate später.

Der nächste Fall (Abb. 16 bis 20) soll den Gleitmechanismus des PUGH-Laschennagels zeigen. Abb. 16 zeigt das a.p.-Unfallbild. Starke Außenrotation des distalen Fragmentes mit mäßigem Trochanterhochstand liegen vor. Es handelt sich um einen linksseitigen medialen Schenkelhalsbruch PAUWELS-Typ II (Abb. 17). Abb. 17 und 18 zeigen die Operationsbilder nach Abschluß des Verfahrens. Sowie ventral (Abb. 17) als auch axial (Abb. 18) gute Fragmentstellung mit idealer Nagellage. Im seitlichen Bild (Abb. 18) klappt der Bruchspalt im dorsalen Anteil noch deutlich. Die Nagelspitze liegt in beiden Ebenen hart an der Kopfoberfläche, und der Hülseenteil liegt sicher im distalen Fragment. Vier Wochen danach wurden die Abb. 19 und 20 angefertigt. In Abb. 19 ist der Gleitvorgang nicht sicher zu beurteilen, da das Bein in Außenrotation gehalten wird, und eine andere Größenprojektion vorliegt. Die Fragmente haben aber sicher Kontakt behalten. Die Weichteilbegrenzung erschwert die Beurteilung. Im seitlichen Bild (Abb. 20) sieht man deutlich die Verkürzung des freien Nagelteils, so daß echter Frakturflächenkontakt mit Einstauchung ge-

währleistet wurde, ohne daß die Kopfoberfläche perforiert wurde.  
(Vergleiche dazu auch die Lage der Nagelspitze in Abb. 18).



Abb. 16. Linksseitige mediale  
Schenkelhalsfraktur.

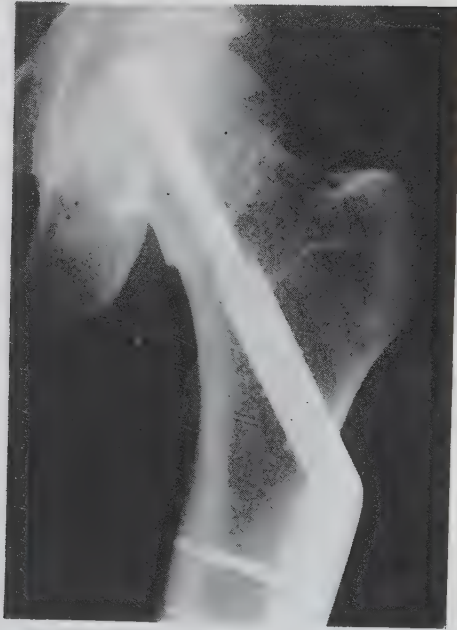


Abb. 17. Operationsbild nach  
der Nagelung.

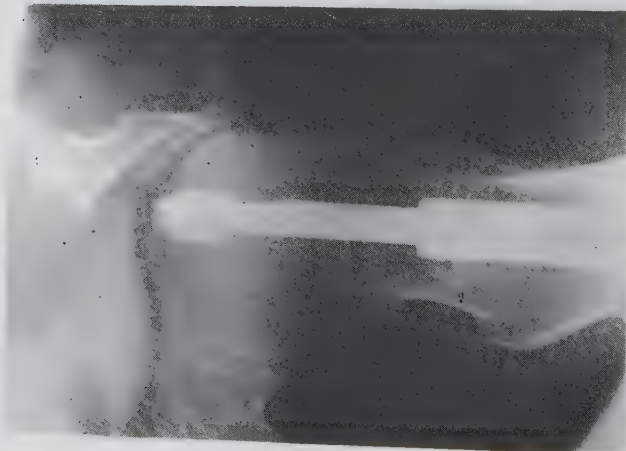


Abb. 18. Seitliches Operationsbild.



Abb. 19. Vier Wochen nach der  
Nagelung.

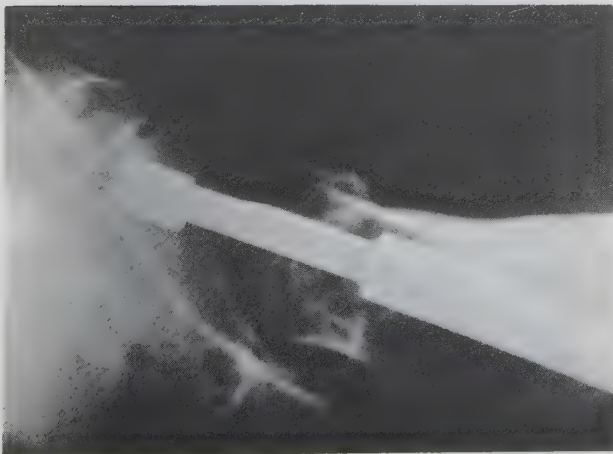


Abb. 20. Nach vier Wochen.  
Seitliches Bild.

Auch in den Abb. 21 bis 24 ist das Gleitprinzip des PUGH-Laschennagels deutlich zu erkennen. Es handelt sich bei der 58jährigen Patientin um eine mediale Schenkelhalsfraktur links vom PAUWELS-Typ I. Bei dem Trauma war es zur Aussprengung einer Knochenspanne am kranio-dorsalen Kopf-Hals-Übergang gekommen. Abb. 21 und 22 zeigen den Zustand 14 Tage nach der PUGH-Laschennagelung. Im a.p.-Bild (Abb. 21) erscheint das Repositionsergebnis ideal, während im seitlichen Bild (Abb. 22) eine geringfügige Fehlstellung des Kopffragmentes nach dorsal zu erkennen ist. Das seitliche Bild zeigt außerdem, daß das Hülsenende der Lasche dorsal im Frakturspalt liegt, während in Abb. 21 kein Anhaltspunkt dafür gefunden wird. Sonst ideale Lage des PUGH-Laschennagels. Die Patientin wurde in gutem Gehzustand entlassen. Sieben Monate später erkennt man, daß der Nagel um ca. 0,5 cm zurückgeglitten ist (Abb. 23 und 24). Im Bereich der Frakturebene ist der Knochen verdichtet, und im seitlichen Bild ist zu erkennen, daß ventral vom Nagel die Überbrückung noch nicht eingetreten ist. Diese Fraktur kann also noch nicht als sicher "knöchern durchgebaut" bezeichnet werden. (Siehe dazu Tab. 9 und Erklärungen in der Diskussion). Um den Hülsenteil der Lasche ist es zur Knochenresorption gekommen (Abb. 23). Patientin ist mit einem Stock gut gehfähig und hat keine Beschwerden.

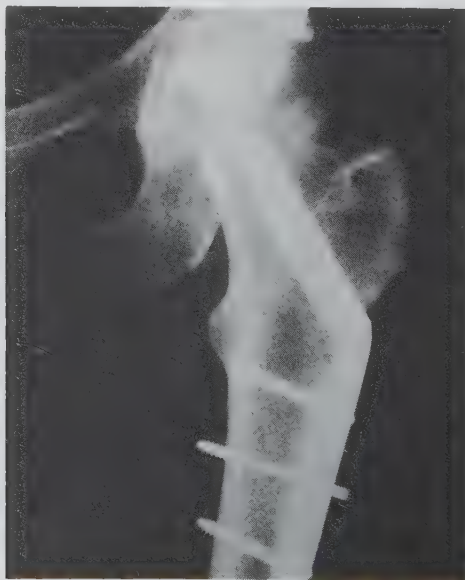


Abb. 21. Zwei Wochen nach Nagelung.

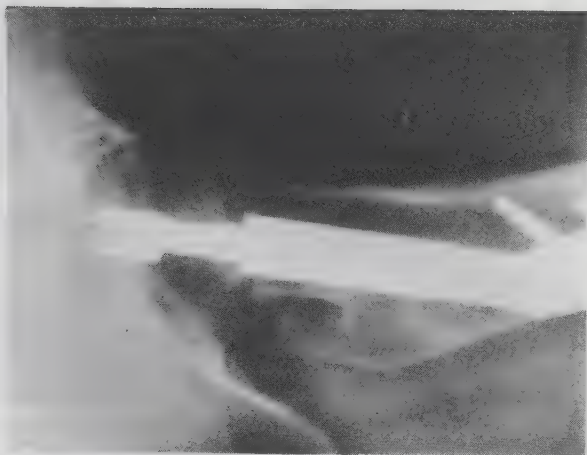


Abb. 22. Seitliche Aufnahme. Zwei Wochen nach der Nagelung.

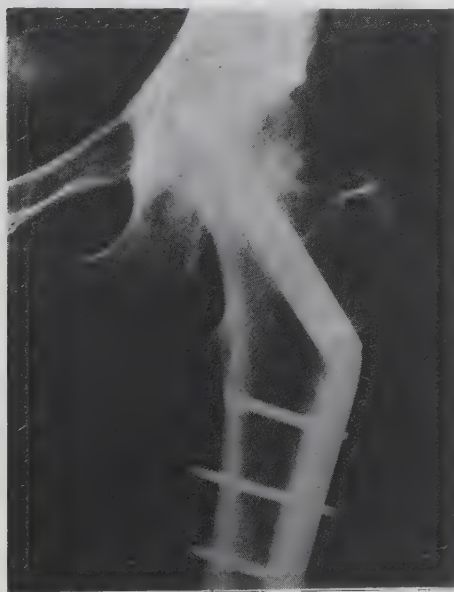


Abb. 23. Sieben Monate nach dem Eingriff.

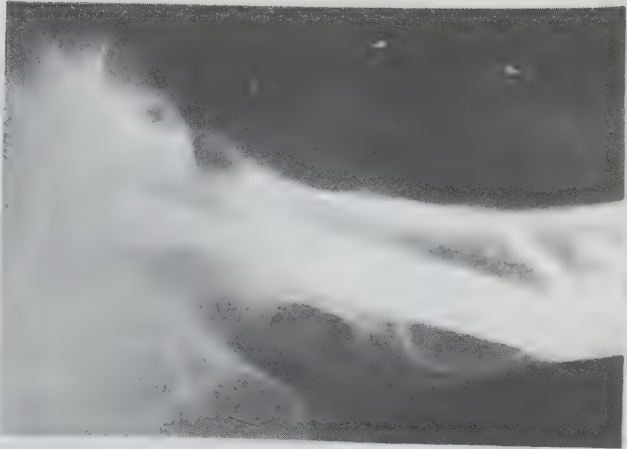


Abb. 24. Sieben Monate nach der Nagelung.  
Seitliches Bild. Die vordere Kopf-  
begrenzung ist nur ganz zart zu sehen.  
Man beachte den Frakturbereich ventral  
vom Nagel.

Auf Grund der Gleitwirkung glauben PUGH und FLEMING, eine schnellere knöchernende Heilung zu sehen, während FIELDING u. ZICKEL dies bezweifeln. An primären Fehlschlägen wird von diesen Autoren folgendes angegeben: PUGH sah zweimal das Auftreten der primären Instabilität mit Lösung des Kopfes bei 29 Fällen. Bei einem Fall gibt er als Ursache ungenügende Nagellage, bei dem zweiten Fall einen Fehler am Reibungsring an, so daß der Nagel aus dem Kopf zurückglitt. (Siehe Beschreibung der Konstruktion in Teil B). FLEMING sah bei seinen 39 Fällen auch zweimal einen primären Lösungsvorgang. Einmal war schlechte Reposition mit konsekutiv schlechter Nagellage dafür verantwortlich zu machen, so daß der Nagel durch den Kopf durchschnitt. (Siehe dazu die Abb. 10 und 11). Beim anderen Fall glitt der Nagel zu weit zurück und verlor den Kontakt mit dem Kopf. FIELDING u. ZICKEL beschrieben nur einmal bei 44 Patienten eine primäre Instabilität mit Lösung des Kopfes. Die Patientin war postoperativ wieder auf dieselbe Hüfte gestürzt. Im Vergleich zu diesen Angaben mutet das Auftreten von primärer Instabilität bei 8 von 44 Fällen (18,2 %) im vorliegenden Material als

schlechtes Ergebnis an. Dazu muß aber gesagt werden, daß die angeführten primären Mißerfolge der amerikanischen Autoren durchweg vollständige Kopflösungen waren, die schließlich alle zu einer Pseudarthrose führten. Das Kriterium der primären Instabilität ist aber bei der vorliegenden Arbeit viel strenger gestellt, so daß allein daraus schon eine höhere Frequenz zu erklären ist. Kommt es doch oft nach einem Abkippen des Kopffragmentes (Hier als Instabilität bezeichnet!) noch zu einem Abstützungsvorgang, und die knöchernende Heilung kann schließlich trotzdem zustande kommen (PAUWELS 1935, FELSSENREICH 1937). In Abb. 25 wird eine derartige Abstützung nach primärer Instabilität gezeigt.

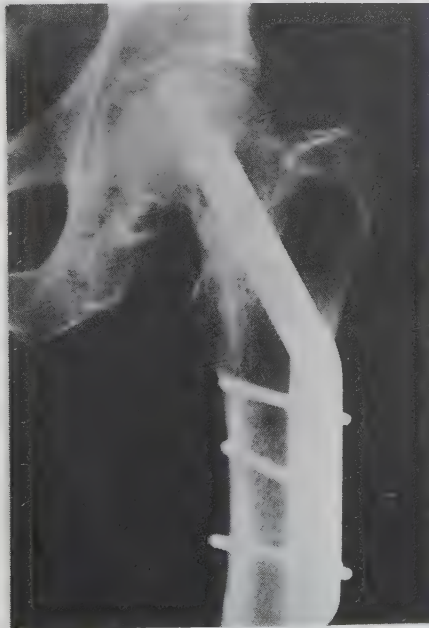


Abb. 25. Unvollständige Lösung nach primärer Instabilität. Der Kopf stützt sich am Calcar femorale ab.

Als Ursache der acht instabilen Fälle konnte folgendes gefunden werden: In drei Fällen war schlechte Reposition und schlechte Naggellage für die Stellungsänderung verantwortlich. Bei zwei Frakturen war am Schenkelhals eine ausgedehnte Zerstrümmerung der Knochenstruktur zu finden, die zum Abkippen des Kopfes führten. Einmal war es ein dorsaler Biegungskeil, wie er von SCHECK beschrieben wurde, beim anderen war der Adamsche Bogen zerstört, so daß Instabilität resultierte. Einen typischen Fall von primärer Instabilität nach SCHECK zeigen die Abb. 26 bis 31:

Es handelt sich um eine 76jährige, rüstige Patientin, die sich eine mediale Schenkelhalsfraktur links, Typ PAUWELS I-II, zugezogen hatte. Die Abb. 26 und 27 zeigen die Operationsbilder nach PUGH-Laschen-nagelung. Nach Verkeilung steht der Kopf in Valgusstellung, so daß der Bruchspalt medial klappt (Abb. 26). Im axialen Bild sieht man deutlich die Zerstörung der dorsalen Halskortikalis mit Aussprengung eines Biegungskeiles (Abb. 27). Lage des Nagels in beiden Ebenen sehr gut. Vier Wochen später (Abb. 28 und 29) erkennt man, daß das Kopf-fragment nach dorsal abgekippt ist (Abb. 29), und gewissermaßen den hier gelegenen Knochenhohlraum ausgefüllt hat. Der Kopf stützt sich dorsal an der Halskortikalis ab. Deutliches Zurückgleiten des Nagels in beiden Ebenen. Die Patientin wird nach acht Wochen, an Krücken gehend, entlassen.

Elf Monate später erscheint die Patientin wieder und gibt an, seit sechs Wochen in der linken Hüfte Schmerzen bei der Belastung zu empfinden. Die Beweglichkeit und die Trophik des Beines sind zufriedenstellend. Abb. 30 und 31 zeigen den röntgenologischen Befund: Der Schenkelkopf ist verdichtet und läßt keine Bälkchenstruktur mehr erkennen. Abflachung und Verformung des Schenkelkopfes. Dadurch ist der PUGH-Nagel bis zu seinem Anschlag zurück geglitten und schließlich in das Hüftgelenk eingetreten. Diagnose: Totale Schenkelkopfnekrose nach medialer Schenkelhalsfraktur.



Abb. 26. Operationsbild im ventralen Strahlengang.

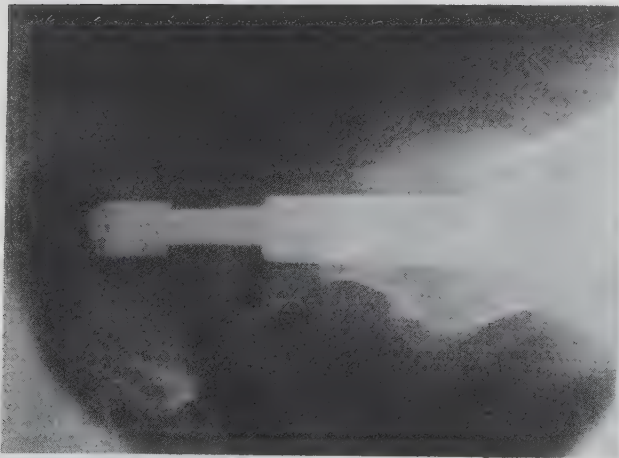


Abb. 27. Seitliches Operationsbild.



Abb. 28. Vier Wochen nach der  
Operation.

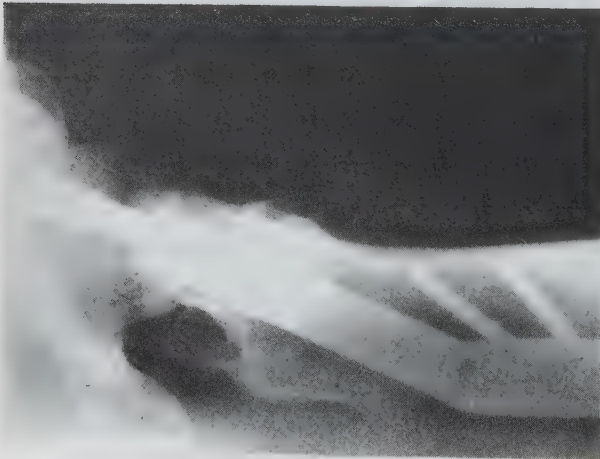


Abb. 29. Vier Wochen später.  
Seitliche Aufnahme.



Abb. 30. Nach elf Monaten.

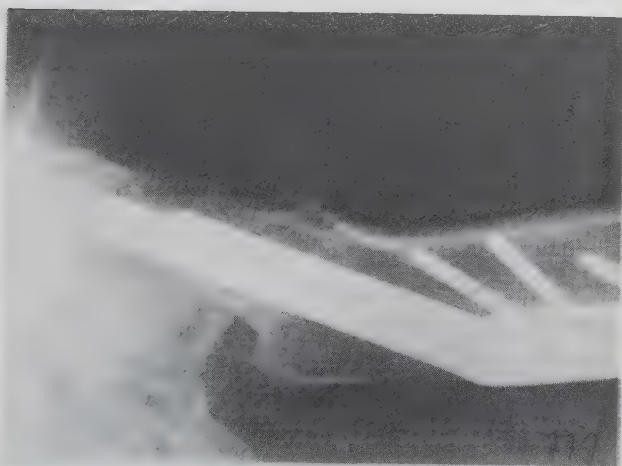


Abb. 31. Nach elf Monaten.  
Seitliche Aufnahme.

Bei zwei genagelten Frakturen war der Hülsenteil entweder bis an das proximale Fragment oder bis in den Frakturspalt vorgetrieben. Bei beiden Patienten kam es zu einer leichten Varisierung. Das ist deshalb wichtig, weil bei dieser Lage des Hülsenendes das Kopffragment nicht zu gleiten vermag und somit vom distalen Fragment entfernt gehalten wird. Diese beiden Fälle konnten trotz geringer Stellungsänderung nicht als stabil bezeichnet werden. Es ist also auch bei diesem Nagel möglich, daß eine Distraction eintritt. Zur Verhinderung derselben empfiehlt es sich, eine Lasche mit kürzerem Hülsenteil zu wählen, damit dessen Ende mit Sicherheit im distalen Fragment bleibt, und nur der Nagelteil den Frakturspalt überbrückt. In diesem Zusammenhang ist es interessant, auf die Ergebnisse von FIELDING u. ZICKEL hinzuweisen. Sie sahen bei ihren 44 Fällen den Gleitvorgang von Nagel und Kopf sicher nur in 23 Fällen; bei elf Frakturen war er fraglich, während bei 10 Brüchen kein Gleiten stattfand. Es wäre von Interesse, bei den nicht "teleskopierten" zehn Fällen von FIELDING und ZICKEL die Lage des Hülsenendes zu kennen. Die Autoren gehen jedoch nicht näher darauf ein. Weder PUGH, FLEMING noch FIELDING u. ZICKEL konnten eine Distraction der Fragmente bei Verwendung dieses Nagels sehen. Dazu eine eigene Beobachtung:

Es handelt sich um den Verlauf bei einer 88jährigen Patientin, die sich einen medialen Schenkelhalsbruch rechts zugezogen hatte (PAUWELS-Typ II). Nach primär guter Operationsstellung steht das Kopffragment in leichter Varusstellung und ist deutlich nach kaudal verschoben (Abb. 32). Die axiale Operationsaufnahme läßt einen ausreichend reponierten Kopf erkennen (Abb. 33). In beiden Bildern ist aber zu erkennen, daß der Hülsenteil der Lasche ganz sicher bis in das proximale Fragment vorgetrieben wurde. Sieben Monate später ist noch immer keine knöchernde Heilung eingetreten (Abb. 34 und 35). Zwar ist der Nagel ganz geringfügig in der Hülse geglitten, konnte aber nicht verhindern, daß die Fragmente durch den Laschenteil distrahiert gehalten wurden. Besonders in Abb. 34 sieht man eine deutliche Aufhellungszone mit beginnender Abdeckelung der Frakturflächen. Oberhalb der Laschenhülse ist es zur Knochenresorption erheblichen Ausmaßes gekommen. Diese Resorption ist wohl Ausdruck für die Verschieblichkeit des Kopffragmentes bei der Belastung. Der Schenkelkopf ist stärker variiert als in Abb. 32. Diagnose: Pseudarthrose durch Distraction der Fragmente.



Abb. 32. A.p.-Bild vier Wochen nach der Nagelung. Das Op.-Bild war nicht reproduzierbar und zeigt gute Fragmentstellung.

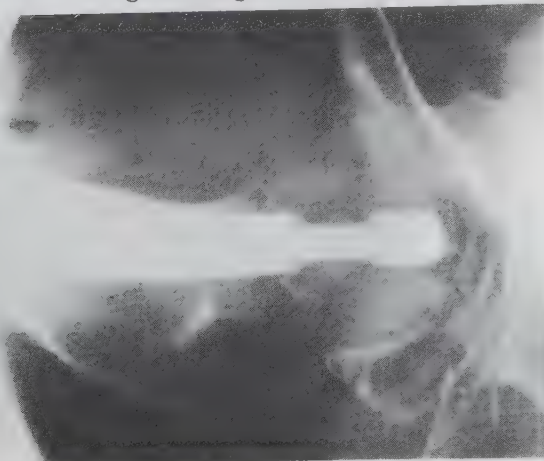


Abb. 33. Primäres seitliches Op.-Bild. Ausreichende Fragmentstellung.



Abb. 34. Sieben Monate später.  
Distraction der Fragmente.

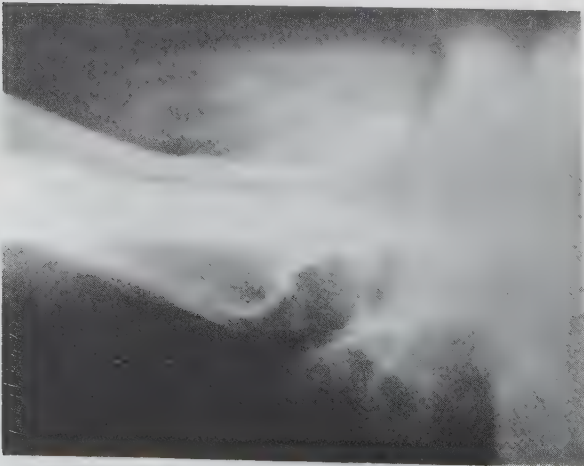


Abb. 35. Seitliches Bild, sieben Monate  
später. Fragmentstellung erhal-  
ten, aber Überbrückung ausge-  
blieben.

Tritt knöcherne Heilung ohne Gleitvorgang des Nagels ein, so muß die Gefahr der Kopferforation bestehen, wenn die Nagelspitze zu weit vorangetrieben war. FIELDING u. ZICKEL berichten über einen derartigen Fall. Aus diesem Grunde ist es nicht empfehlenswert, der Forderung von PUGH zu folgen, und die Nagelspitze bis an die Kopfkortikalis heran zu schlagen.

Deutlich ungünstiger war das Ergebnis bei der Osteosynthese mit dem Dreilamellen-Nagel nach SVEN JOHANSSON. Hier trat bei 26 von 60 Fällen, also bei 43,4 %, eine primäre Instabilität auf (Tab. 3). JOHANSSON (1934) sah bei seinen 50 Fällen fünf postoperative Redislifikationen (10 %), die eine erneute Nagelung erforderten. Auch FELSSENREICH (1937) geht in seiner Monographie eingehend auf den postoperativen Lösungsvorgang ein, da er in ihm den Vorläufer der Pseudarthrose sieht. Dabei erstreckt sich aber seine Beobachtungszeit für diesen Vorgang länger als nur 8 bis 10 Wochen, wie es hier bei den vorliegenden Fällen möglich war. Somit ist ein Auftreten von 40 primären Fehlschlägen bei seinen 139 Frakturen (28,8 %) noch als günstiges Resultat zu bezeichnen. Als Hauptursache der primären Instabilität gibt er die Außenrotation des Kopfes an, die er bei 17 Frakturen sah. Er meint, daß eine exzentrische Lage des Nagels im Kopffragment, besonders wenn die Nagelspitze zu weit ventral liege, diese Komplikation fördere. Daneben trat in zehn Fällen eine Redislifikation durch Herausgleiten des Nagels ein, jedoch erst nach 3 bis 4 Monaten, da erst dann die Knochenresorption das dafür notwendige Maß erreicht habe. Er warnt deshalb vor der Verwendung von zu kurzen Nägeln. Bei 9 Fällen kam es durch Instabilität zur reinen Coxa-Vara-Stellung, da der Nagel im Trochantermassiv keinen festen Halt hatte. In vier Fällen war eine zusätzliche Zerstörung des Trochanterbereiches für eine Varisierung verantwortlich.

STOECKEL (1950) sah bei der Verwendung des Dreilamellen-Nagels in 50 von 112 Fällen (44,7 %) primäre Instabilität, die oft schon wenige Tage nach der Operation auftrat. Allein 30 mal erfolgte dabei eine Abknickung nach dorsal. Es sind dies Werte, die mit dem vorliegenden Krankengut übereinstimmen. Auch in der Frequenz der anatomischen Reposition stimmen STOECKEL's Ergebnisse (43,8 %) mit den vorliegenden (39,8 %) überein. Wie STOECKEL aus diesen deprimierenden Ergebnissen den Schluß zog, den Schenkelhalsbruch mit dem steilen KÜNTSCHER-Nagel zu versorgen, sah man sich bei uns veranlaßt, zum PUGH-Laschennagel überzugehen.

SALEM sah bei 587 Fällen 41 mal (7 %) eine primäre Instabilität bei der Verwendung des Dreilamellen-Nagels und gibt als Ursachen schlechte Reposition, schlechte Nagellage und Lockerung des Nagels an.

Von großem Interesse für die primäre Instabilität bei der Osteosynthese der Schenkelhalsfrakturen ist die Arbeit von SCHECK. Er wählte nur Fälle aus, bei denen exakte Reposition und Nagellage erzielt wurden. Es handelt sich um 69 Fälle, bei denen die primäre Instabilität nach Dreilamellen-Nagelung also vorwiegend durch den Frakturtyp bestimmt wird, und Faktoren wie Reposition und Fixation nicht zur Geltung kommen. Trotzdem trat bei 29 Fällen postoperativ (42,1 %) primäre Instabilität auf. Als Instabilitätsfaktoren konnte er bei diesen Frakturen den PAUWELS-Grad III, die Zerstörung des Adamschen Bogens und die dorsale Halskompression, u.U. mit Aussprengung eines Bieungskeiles, entlarven. Bedenkt man, daß er bei seinem Krankengut eine positive Auswahl traf, so sind seine Ergebnisse als ausgesprochen schlecht zu bezeichnen.

Um die Bedeutung der Nagellage im Schenkelkopf für die primäre Stabilität haben sich MANNINGER, SZABÓ und KAZÁR verdient gemacht. Bei 325 Osteosynthesen des Schenkelhalses sahen sie 97 (30 %) Redislocationen, wobei die kraniale Lage des Nagels im Kopf und alle anderen exzentrischen Lagen der Nagelspitze am häufigsten als Ursache erkannt wurden.

Somit ist eine "primäre Instabilität" von 43,4 % bei dem eigenen Krankengut nach Dreilamellen-Nagelung, beim Vergleich mit anderen Autoren nicht als extrem schlecht zu nennen. Als Ursachen für die 26malige Instabilität wurden gefunden: Zehnmal war schlechte Reposition mit ungenügender Nagellage der Anlaß zur primären Instabilität. Bei sechs Fällen kam es wegen des Vorliegens eines dorsalen Bieungskeiles zum Abkippen des Kopfes nach dorsal. Drei Nägel hatten sich schon frühzeitig gelockert und waren herausgeglitten, so daß das Kopffragment nur noch ungenügenden Kontakt hatte. Bei zwei eingekeilten Abduktionsfrakturen war es bei der Nagelung zur Lösung der Verkeilung gekommen, und in beiden Fällen trat postoperativ eine Stellungsänderung der Fragmente ein. Bei fünf Fällen konnte keine Ursache gefunden werden. Der größte Nachteil des Dreilamellen-Nagels liegt zweifellos in seiner schwachen Verankerung innerhalb des Trochantermassives, eine Schwäche, die man heute durch Anwendung von Laschennägeln verhindern kann.

Bei sieben Patienten wurde wegen eines kleinen osteoporotischen Kopfes eine Transfixation durchgeführt. Bei zwei dieser Patienten kam es unter der Belastung zu einer Lockerung des Nagels im Trochanterbereich, so daß der Kopf in leichte Varusstellung rutschte.

Fünf Schenkelhalsfrakturen wurden mit der einfachen, gleitenden Laschenschraube nach POHL versorgt, wie sie ursprünglich von SCHUMEPLICK und JANTZEN zur Osteosynthese der per-trochanteren Femurfraktur empfohlen wurde. In zwei Fällen rutschte die Schraube über das erwünschte Maß, wie es bei der Frakturresorption auftritt, hinaus, so daß Stellungsänderung der Fragmente resultierte. Bei einem Fall mit einer medialen Schenkelhalsfraktur war die Stellungsänderung gering, bei dem anderen mit einer lateralen Schenkelhalsfraktur entstand eine starke Varisierung, doch ließ die ausreichende Kallusbildung noch auf einen günstigen Ausgang hoffen. HAUSCHILD, der sich mit den Fehlern und Gefahren der Schenkelhalsverschraubung nach POHL beschäftigt hat, beschrieb ähnliche Mißerfolge.

Auf die Bedeutung der Reposition und der Nagellage, sowie das Vorliegen einer dorsalen Halszertrümmerung, wurde bei den einzelnen Verfahren schon eingegangen. Es muß an Hand der vorliegenden Fälle also noch auf die primäre Dislokation, die Lokalisation der Fraktur, die Verteilung der Brüche und auf die Bedeutung des Frakturwinkels nach PAUWELS eingegangen werden.

Die primäre Dislokation als Ursache der Instabilität, wie sie von STOECKEL (1950), GELBKE u. DZIEKAN, BRÜTSCH und SPOTOFT angegeben wird, konnte beim vorliegenden Material nicht bestätigt werden, da sowohl nach geringer als auch nach starker Dislokation "primäre Instabilität" auftrat.

Die Lokalisation der Fraktur ergab wie bei allen Autoren, daß die mediale Varusfraktur des Schenkelhalses am meisten zur Instabilität neigt. Allein bei 101 medialen Varusfrakturen (Tab. 4 bis 6) kam es 34 mal zur primären Instabilität, während bei 17 lateralen Schenkelhalsfrakturen (Tab. 8) nur zwei Stellungsänderungen der Fragmente auftraten. Eine dieser beiden Frakturen war mit einem Dreilamellen-Nagel versorgt, der im Trochanterbereich sicherlich nicht genügend Verankerung garantiert, so daß CHAPCHAL (1961) bei lateralen Fraktur-Typen stets einen Laschennagel fordert.

Die Verkeilung der Fragmente bei der medialen Schenkelhalsfraktur stellt einen erheblichen Stabilisierungsfaktor dar. BÖHLER (1954) hat immer wieder auf den prognostisch günstigen Verlauf dieser Brüche hingewiesen und meint, daß diese Einkeilung in leichter Valgusstellung durch einen entsprechenden Bruchmechanismus zu erklären sei. LINTON (1949) hat sich ebenfalls eingehend mit diesem Problem beschäftigt, glaubt aber, daß ein- und derselbe Bruchmechanismus sowohl Valgus- als auch Varusfrakturen bewirke. Nur die Größe der traumatisierenden Kraft sei schließlich zur Dislokation in Varusstellung entscheidend. Da dieser Dislokationsvorgang aber auch bei einer eingekeilten Valgusfraktur noch später einsetzen könne, empfiehlt er kurzfristige Röntgenkontrollen bei konservativer Behandlung. Nur so könne man die Lösung der Einkeilung rechtzeitig erkennen. Auch CLEVELAND u. BAILEY vertreten ähnliche Ansichten über die Entstehung der eingekeilten Valgusfraktur. So berichten Autoren, die die eingekeilten Abduktionsfrakturen konservativ behandelten, über Redislokationen, die noch während der Bettruhe der Patienten auftraten. CRAWFORD sah bei 47 Fällen vier Redislokationen innerhalb von zehn Tagen nach dem Unfall und FLATMARK u. LONE vier Redislokationen bei 51 Fällen. Auch SALEM und BÖHLER (1954) weisen auf diese Gefahr hin, doch wird es wohl meist gelingen, durch eine anschließende Nagelung die Heilung noch zu erzielen (CRAWFORD, FLATMARK u. LONE). Diese Redislokation beim konservativen Verhalten ist der Grund, warum von vielen Chirurgen primär gleich alle eingekeilten Abduktionsfrakturen genagelt werden (NIGST). Auch die vorliegenden 12 Abduktionsfrakturen wurden primär genagelt. Dabei kam es in zwei Fällen zur Lösung der Einkeilung mit anschließender Instabilität. Auch LINTON (1944) sah bei zwei Abduktionsfrakturen, die er nagelte, eine Lösung der Fragmente mit nicht mehr zu beherrschender Instabilität. CLEVELAND u. BAILEY beschreiben bei 31 genagelten Valgusfrakturen einen so schweren Lösungsvorgang, daß schließlich eine Pseudarthrose entstand, während alle konservativ behandelten Fälle sicher verheilten. Es ist also nicht einzusehen, warum all diesen Patienten gleich primär ein operativer Eingriff zugemutet werden soll, da bei konservativen Vorgehen durchaus gute Heilungsaussichten bestehen.

Nun zur Frage des Neigungswinkels nach PAUWELS. Aus den Tab. 4 bis 6 geht hervor, daß mit steigendem Frakturwinkel auch die Häufigkeit der primären Instabilität zunimmt. Bei PAUWELS I lag sie bei 16 von

58 Brüchen (27,6 %) vor, während bei PAUWELS-II und III prozentual ein gleichermaßen schlechteres Ergebnis erzielt wurde (ca. 42 %), aber bei PAUWELS-III die Gefahr der zu kleinen Serie sehr groß ist. SCHECK, SCHUMPELICK und andere haben ebenfalls die Stabilisierungsfähigkeit bei diesen Frakturen mit steilem Neigungswinkel als sehr schwierig bezeichnet, und PAUWELS (1935) selbst glaubt, bei vertikalem Frakturverlauf nur in Ausnahmefällen mit der Osteosynthese eine Stabilisierung erzielen zu können. Interessant ist ein Vergleich des Dreilamellen-Nagels mit dem PUGH-Laschennagel innerhalb der Frakturtypen. Bei PAUWELS-Grad I trat bei 31 Dreilamellen-Nägeln 11 mal (35,5 %) primäre Instabilität auf, während es bei den 19 PUGH-Nägeln nur in drei Brüchen der Fall war (15,8 %). Auch bei PAUWELS-Grad II schneidet der PUGH-Nagel mit 4 maliger Instabilität bei 13 Nagelungen besser ab als die 15 Dreilamellen-Nägel, bei denen 8 mal primäre Instabilität auftrat. Bei dem prognostisch ungünstigen Frakturwinkel PAUWELS III lag bei fünf PUGH-Nägeln nur ein primärer Fehlschlag vor, während bei sechs Dreilamellen-Nägeln dies viermal der Fall war. Diese kleinen Serien haben natürlich keine statistische Aussagekraft, doch scheint mit dem PUGH-Nagel eine echte Verbesserung der Ergebnisse erzielbar zu sein. Dies stimmt mit der Ansicht von SCHUMPELICK überein, der eine "stabile Osteosynthese" mit dem Dreilamellen-Nagel bei den Frakturtypen PAUWELS II und III für nahezu unmöglich hält, wie es auch FLEMING bezweifelt.

Ein weiterer Faktor für die Stabilität der mit einer Osteosynthese versorgten Schenkelhalsfraktur ist der Zeitpunkt der postoperativen Belastung. Dadurch wird nicht nur die Stabilität beeinflusst, sondern wahrscheinlich auch die Häufigkeit der Kopfnekrose. Die 130 hier beurteilten Patienten wurden durchschnittlich drei bis vier Wochen post operationem zur Belastung der verletzten Extremität angehalten, soweit ihr allgemeiner Zustand es zuließ. Man hielt sich dabei an die Angaben von BÖHLER u. ENDER, SCHUMPELICK, WASSNER und MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER, die eine frühe Belastung gestatten. Einerseits vertrauen sie auf eine genügende Stabilisierungsfähigkeit des Osteosynthesematerials, und meinen auf der anderen Seite, durch dieses Vorgehen werde die Gefahr der Kopfnekrose nicht vergrößert. Die hierbei so häufig postoperativ aufgetretene Instabilität hat doch Bedenken hervorgerufen, so daß man im allgemeinen mit der Belastung zurückhaltender geworden ist. Selbst MAATZ u. LENTZ sowie KÜNTSCHER (1962) geben bei den günstigsten Fällen eine Bettruhe von sechs

Wochen an. Viele Chirurgen fordern zwar die Mobilisation dieser alten Patienten, warnen aber vor einer Belastung der verletzten Extremität, bis mit Sicherheit im Röntgenbild trabekulärer Durchbau zu erkennen ist (PAUWELS 1935, PUTTI, GELBKE u. DZIEKAN, PUGH, FLEMING, FIELDING u. ZICKEL, CHAPCHAL 1961, 65 und BLOUNT). So setzt sich besonders BLOUNT dafür ein, daß der hüftverletzte Patient die Osteosynthese seiner Fraktur über Monate mit einem Stock entlasten solle. In seiner Arbeit "Don't throw away the Cane" erinnert er an die grundlegenden Gedanken von PAUWELS, der in exakter Weise die Druckbelastung des menschlichen Hüftkopfes berechnete. So gibt PAUWELS (1935, 53) an, daß beim Einbeinstand auf dem Hüftkopf das Vierfache des Körpergewichtes ruhe. Diese Belastung nehme besonders bei Coxa-Valga Stellung zu, da hierbei der Hebelarm der pelveotrochanteren Muskulatur sehr kurz ist und zur Erhaltung des Beckengleichgewichtes eine höhere Muskelspannung nötig wird. Auf die genaue geometrische Berechnung dieser Belastung kann hier nicht eingegangen werden. Sie ist in PAUWELS' Arbeiten in klarer Weise dargelegt (1935, 53). Doch läßt sich aus den theoretischen Überlegungen von PAUWELS und der Häufigkeit der hier aufgetretenen Instabilität bei Frühbelastung nur der Schluß ziehen, die Patienten zwar frühzeitig zu mobilisieren, mit der vollen Belastung jedoch zurückhaltend zu sein.

Zur Vollständigkeit ist in den Tabellen 4 bis 8 das klinische Ergebnis an Hand des Ganges dargestellt. Die Kriterien für die Einteilung sind in Abschnitt B angegeben. Man ist sich bewußt, daß diese Klassifizierung kein Werturteil für das eingeschlagene Osteosynthese-Verfahren darstellt, wird doch bei diesen alten Patienten durch viele andere allgemeine Erkrankungen das klinische Bild beeinträchtigt. Das ist auch die Erklärung dafür, daß bei 73 Patienten am Ende der klinischen Behandlung die Gehfähigkeit als nicht zufriedenstellend (ausreichend bis schlecht) bezeichnet werden mußte.

### 3. Postoperative Komplikationen:

Es soll noch kurz auf die Komplikation der Peroneuslähmung, der Osteomyelitis und des Nagelbruches eingegangen werden. Bei zwei Patienten sahen wir eine postoperative Lähmung des Nervus Peroneus (Tab. 3), die aber beide reversibel waren. BANKS sah diese Erscheinung bei 301

frischen Frakturen in drei Fällen, und STOECKEL (1951) berichtet über 15 Fälle. Bis auf einen Fall bei STOECKEL war auch hier nach wenigen Wochen und Monaten eine Besserung zu sehen.

Von viel größerer Bedeutung ist das Auftreten der Osteomyelitis nach der Nagelung einer Schenkelhalsfraktur, da sie unter Umständen geeignet ist, eine auswegslose Situation zu schaffen, weil jeder korrigierende arthroplastische Eingriff unmöglich wird. Jeder operative Eingriff am Knochen birgt trotz strengster Antisepsis und Asepsis diese Gefahr, wie KÜNTSCHER (1962), MÜLLER, ALLGÖWER u. WILLENEGGER immer wieder betonen. MAATZ (1951) gibt bei der Marknagelung eine Häufigkeit von 2,9 % an, und BÜCKLE DE LA CAMP sah bei der Behandlung von 213 Marknagelungsfolgen 53 eitrige Osteomyelitiden. Zum Glück scheint diese Komplikation bei der Schenkelhalsnagelung nicht häufig zu sein wie bei der Marknagelung langer Röhrenknochen. MAATZ (1951) sah sie bei der Schenkelhalsnagelung extrem selten und meint, dies sei durch besondere technische Gegebenheiten dieser Verfahren zu erklären. Es wird nicht perkutan wie bei der Marknagelung vorgegangen, und der größte Teil des Nagels komme innerhalb des Knochens zu liegen, so daß eine aufsteigende Keimwanderung entlang des Nagels von der Wunde aus nicht möglich sei. Wenn hier bei 130 Schenkelhalsnagelungen eine Osteomyelitis auftrat (0,7%), so ist das ein günstiges Ergebnis, sah doch z.B. BANKS bei 301 genagelten Fällen in 2 % diesen Fehlschlag (6 Fälle). Der vorliegende Fall konnte durch Entfernung des Nagels, Ruhigstellung und gezielte Antibiotica-Therapie, wie es in diesem Bereich besonders von SPEED gefordert wurde, beherrscht werden.

Nagelbruch sahen wir in keinem Fall (Tab. 3). Das ist nicht verwunderlich, tritt diese Komplikation doch erst nach monatelanger Belastung auf. KEIL und BÖHLER (1954) berichten über die Entfernung der frakturierten Nägel, und geben als Ursache dieser Komplikation neben zu flacher Nagellage fehlerhaftes Material an. Daß letztere Annahme stimmt, zeigen die Häufigkeitszahlen der Sammelstatistiken. So gibt FELSSENREICH (1937) noch 3,2 % Nagelbrüche an, während jüngere Angaben nur in 0,35 % von dieser Komplikation berichten (REIMERS 1960). Mit dem V4A-Stahl und dem Vitallium hat man in den letzten zwanzig Jahren Legierungen mit höchster Biege- und Bruchfestigkeit gefunden.

#### 4. Nachuntersuchungen:

Ziel der Nachuntersuchungen ist die Erfassung der Spätkomplikationen, die bei den Schenkelhalsbrüchen auftreten können: Pseudarthrose, Kopfnekrose und Coxarthrose. Die beim eigenen Krankengut möglich gewesen Nachuntersuchungen sollen besonders unter dem Aspekt der primären Instabilität diskutiert werden. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zunächst einige grundsätzliche Bemerkungen zur Problematik der Nachuntersuchungen bei Schenkelhalsfrakturen:

Von großer Bedeutung für das erzielte Heilergebnis ist die Zahl der kontrollierten Fälle im Verhältnis zur Menge der genagelten und die unmittelbaren Operationsfolgen überlebenden Patienten. Je mehr dieser Patienten bei der Nachkontrolle erfaßt werden, desto zuverlässiger wird das Ergebnis Schlußfolgerungen über den tatsächlichen Wert der Methode zulassen.

Wird nur der Teil der Patienten erfaßt, die nach Aufforderung freiwillig zur Kontrolle erscheinen, ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß ein Großteil der Mißerfolge gar nicht erfaßt wird. LENTZ weist auf diese Fehlerquelle hin. Ihm war es möglich, bis auf die verstorbenen Patienten, alle genagelten Patienten nachzuuntersuchen, wobei ihm ein transportables Röntgengerät zur Verfügung stand. In dieser glücklichen Lage konnte er von 102 noch verfügbaren Patienten 102 nachkontrollieren. Ähnlich günstige Verhältnisse liegen bei BANKS vor, der von 251 lebend gebliebenen Patienten 245 erfassen konnte. Auch bei CLEVELAND u. BAILEY war der Prozentsatz mit 225 von 235 Patienten sehr günstig. Dagegen konnte SALEM von 798 nur 587 (73,6%) und ENDER von 372 Fällen nur 170 (46 %) erfassen. Ähnlich war es bei unserem Krankengut. 57 von 130 Patienten (44 %) erschienen freiwillig zur Nachkontrolle. Die Anzahl der verstorbenen Patienten war überhaupt nicht zu ermitteln, da oft gar keine Angehörigen zu erreichen waren.

Eine weitere Gefahr von Fehlbeurteilungen liegt in den kleinen Serien, die aus den verschiedenen Kliniken kommen. Sie sind oft, wie auch im vorliegenden Fall, statistisch nicht abgrenzbar. Darüber äußern sich GELBKE u. DZIEKAN wie folgt: "Um aber individuelle oder örtlich bedingte Faktoren auszuschließen, kann sich die klinische Erkenntnis nur der statistischen Methode bedienen. Da aber kein Operateur jemals genügend große, den statistischen Grundforderungen

entsprechende Zahlen verfügen kann, bleibt nur der Weg der Sammelstatistik. Aus dieser Erwägung heraus erscheinen weitere Ergebnisarbeiten nicht nur berechtigt, sondern auch wünschenswert". Insbesondere der Zeitpunkt der Kontrolle ist für die Frage der Kopfnekrose und der Arthrosis deformans nach Schenkelhalsnagelungen wichtig. BRÜTSCH gibt sich mit einem Zeitraum von sechs Monaten zufrieden, und auch EYRE-BROOK u. PRIDE sehen ihre Kopfverdichtungen schon nach 2 bis 12 Monaten, dagegen die folgenden Kopfverformungen erst nach 9 bis 30 Monaten. Nach den Arbeiten von BOYD u. GEORGE, MAATZ (1952), BÖHLER u. ENDER und JENSENIUS können die meisten Kopfnekrosen erst nach drei Jahren gesehen werden. Wenn also hier die Kontrolle in einem Zeitraum von 7 bis 24 Monaten erfolgte, so müssen die erzielten Zahlen als zu niedrig betrachtet werden, da ein endgültiges Ergebnis noch nicht abzusehen ist.

Als selbstverständlich erscheint zum Vergleich mit den Ergebnissen aus der Literatur die Angabe des Frakturtyps und des eingeschlagenen Behandlungsverfahrens zu sein. Bei den eingekeilten Valgusfrakturen wurde hier ausschließlich operativ vorgegangen, und die Varusfrakturen wurden hier alle nach geschlossener Reposition genagelt. Die Ergebnisse werden mit Autoren verglichen, die gleiche therapeutische Richtlinien verfolgten.

Eine weitere Fehlerquelle ergibt die Definition der Ergebnisse. Was ist knöchernde Heilung, was ist eine Pseudarthrose und was eine Kopfnekrose?

Nach FELSENREICH (1937) wird nur "trabekulärer Durchbau" an der ehemaligen Frakturstelle als knöchernde Heilung bezeichnet (Siehe Abb. 15). Eine Verkeilung der Fragmente bei der Nachuntersuchung, ohne daß Durchbau gesehen wurde, konnte als solcher nicht gewertet werden (Siehe Abb. 24), ist aber auch keine Pseudarthrose. So ist die in Tab. 9 bis 13 auftretende Diskrepanz zwischen Durchbau und Häufigkeit der Pseudarthrose zu erklären. Von Pseudarthrose wird hier nicht nur bei Abdeckelung der Fragmente gesprochen, sondern auch schon wenn eine Heilung ausgeblieben ist, und eine Diastase zwischen den Fragmenten besteht. Die Fragmente sind dann bindegewebig miteinander verbunden (PAUWELS 1935). Auf die Definition der Kopfnekrose wurde in Teil B schon eingegangen. Hier soll nur noch erwähnt werden, daß die angelsächsischen Autoren von Kopfnekrose meist nur dann sprechen, wenn eine knöchernde Heilung eingetreten ist. Das Auftreten einer Verdichtung des Kopfes bei einer bestehenden Pseudarthrose werten

sie nicht als Kopfnekrose, da sie mit gewissem Recht auf die Täuschungsmöglichkeiten bei einer derartigen Diagnose hinweisen (CLEVELAND u. BAILEY, BANKS). Insofern müssen die Zahlen über die Kopfnekrose dieser Autoren als zu niedrig angenommen werden, vergleicht man sie wie hier mit den Ergebnissen aus deutschsprachigen Arbeiten.

Aus Tab. 9 geht hervor, daß bei 57 Schenkelhalsfrakturen 11 (=19,3%) Pseudarthrosen gefunden wurden. Davon fallen allein 10 auf die dislozierten Varusfrakturen; ein Fall war nach der Nagelung einer lateralen Schenkelhalsfraktur mit einem Laschennagel aufgetreten. Dies Ergebnis stimmt mit den Zahlen aus der Literatur überein, die durchschnittlich einen Wert von 14,6 % Pseudarthrosen ergeben (Sammelstatistik bei NIGST). Dabei wird eine Schwankungsbreite von 0 bis 44,6 % angegeben! Es ist noch darauf hinzuweisen, daß in diesen 19,3 % die eingekeilten Abduktionsfrakturen mit enthalten sind, so daß sich eine Pseudarthrosenhäufigkeit von ca. 20 % bei den Varusfrakturen ergibt. Außerdem muß mit einem höheren Anteil von Fehlschlägen bei den Patienten gerechnet werden, die nicht zur Nachuntersuchung erschienen sind. Es ist also anzunehmen, daß die Zahl der Fehlheilungen noch höher liegt.

Deutlich ist aus Tab. 9 auch die Bedeutung des PAUWELS'-Winkels für die Entstehung der Pseudarthrosen zu sehen. Bei PAUWELS I traten Pseudarthrosen relativ selten auf, nämlich in zwei von 21 Fällen (=9,5 %), während bei PAUWELS II diese Komplikation in 7 von 22 Fällen zu sehen war (=31,8 %). Bei PAUWELS-Grad III war bei sechs Fällen eine Pseudarthrose entstanden. Es handelt sich aber um eine sehr kleine Serie, deren Aussagekraft mit Vorsicht zu bewerten ist. Auch GELBEKE u. DZIEKAN sahen diese Abhängigkeit. Bei PAUWELS I waren alle Frakturen knöchern verheilt, bei PAUWELS II waren bei 31 Patienten 2 und bei PAUWELS III bei 19 Patienten 14 Pseudarthrosen zu sehen. Auch SALEM sah bei PAUWELS I keine Pseudarthrosen, bei PAUWELS II 4,4 % und bei PAUWELS III 9 %, insgesamt jedoch nur 4,4 % Pseudarthrosen bei 587 Fällen ; ein sehr gutes Ergebnis. Nur SPOTOFT konnte keinen Zusammenhang mit der Steilheit des Frakturwinkels finden. Er sah auch schon beim Frakturtyp-I nach PAUWELS häufiges Auftreten von Pseudarthrosen (18 %). Auf die geringe Pseudarthrosengefahr der eingekeilten Valgusfrakturen soll nur noch einmal hingewiesen werden, obwohl wir nur drei Patienten kontrollieren konnten (Tab. 9).

Neben der Häufigkeit der Pseudarthrosen innerhalb der einzelnen Frakturtypen nach PAUWELS ist aber auch die Häufigkeit des knöchernen Durchbaues von Interesse (Tab. 9). Bei PAUWELS-I sind von 19 Frakturen, die keine Pseudarthrose haben, 17 mit trabekulärem Durchbau versehen. Während bei 15 pseudarthrosefreien Fällen von PAUWELS-II nur 9 einen gesicherten Durchbau zeigen, ist dies in der Gruppe PAUWELS-III nur bei zwei von fünf Frakturen der Fall. Auch das spricht dafür, daß bei diesen Frakturen mit steilem Neigungswinkel die Heilung zumindestens verzögert verläuft, und eine endgültige Aussage über das Schicksal dieser Frakturen noch nicht gemacht werden kann. Längere Beobachtungszeit wäre dazu notwendig.

Welche Bedeutung besitzt die primäre Instabilität für die Entstehung der Pseudarthrosen?

Allein bei 10 Fällen von Pseudarthrosen lag ein derartiger primärer Stellungswechsel der Fragmente vor. Sechsmal war es eine Außenrotation des Kopfes mit oder ohne Varisierung, und zweimal war es eine reine Varisierung, die bei der Instabilität primär eingetreten waren. Bei zwei der Pseudarthrosen lag die besprochene Distraction der Fragmente durch das Hülsenende des PUGH-Laschennagels vor (Siehe Abb. 32 bis 35). Es waren die einzigen Pseudarthrosen, die bei 14 mit dieser Methode nachuntersuchten Fällen gesehen wurden (Tab. 11). Dagegen fanden wir bei 33 Dreilamellen-Nägeln 7 Fehlheilungen (Tab. 10 bis 13) und je eine bei einer Laschenverschraubung nach POHL und bei einer einfachen Laschennagelung. Dieser letzte Fall war der einzige, der primär stabil geblieben war. Auch STOECKEL (1950) und SCHECK, die sich intensiv mit der Bedeutung der primären Instabilität beschäftigt haben, kamen zu ähnlichen Schlüssen. Bei STOECKEL (1950) entwickelten sich aus 50 primär instabilen Frakturen 22 Pseudarthrosen, während 28 noch knöchern heilten. Allen 22 Fehlheilungen lag also die primäre Instabilität zu Grunde; dagegen trat bei keinem Fall mit primärer Stabilität eine Pseudarthrose auf. SCHECK sah auch als Ursache aller seiner Pseudarthrosen eine primäre Instabilität, wies aber wie STOECKEL (1950) darauf hin, daß trotz postoperativen Stellungswechsels noch eine knöchernende Heilung eintreten kann. Dies erklärt sich daraus, daß das Kopffragment oft nach kurzem Wege des Abrutschens am Hals einen Abstützungspunkt findet und in dieser Stellung dann verheilt (PAUWELS 1935, FELSENREICH 1937).

Bei den zwei Pseudarthrosen der PUGH-Laschennagelung handelt es sich um einen Fehler, der durch die Wahl eines kürzeren Hülsenanteiles vermieden werden kann. Leider waren wir nicht in der Lage, von den 44 mit diesem Nagel versorgten Patienten weitere zu überprüfen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dann noch weitere Fehlschläge zu finden sind. Dagegen muten die Ergebnisse der amerikanischen Autoren, die dieses Verfahren anwenden, geradezu ausgezeichnet an. Von 112 genagelten Fällen (PUGH, FLEMING, FIELDING u. NICKEL) konnten nach ca. 24 Monaten 106 Patienten nachuntersucht werden. Es wurden nur sechs Pseudarthrosen gefunden. Beim vorliegenden Krankengut kann man wegen der kleinen Serien an Hand der Tab. 10 bis 12 nur sagen, daß der PUGH-Laschennagel besonders bei steilem Frakturverlauf eine Verbesserung gegenüber dem Dreilamellen-Nagel darstellt. Auch die primäre Stabilisierungsfähigkeit dieses gleitenden Laschennagels ist von größerer Sicherheit (Tab. 3). So exzellente Ergebnisse wie bei den anderen Autoren sind jedoch nicht zu verzeichnen.

Die Beurteilung der Kopfnekrosen bei der Nachuntersuchung steht unter der gleichen Problematik, wie sie oben schon erwähnt wurde. Vor allen Dingen spielt die Beobachtungszeit eine große Rolle, die bei dem gewählten Kollektiv relativ kurz ist. Somit kann eine Aussage über die Kopfnekrose nur mit Vorbehalt und über die Coxarthrose überhaupt nicht gemacht werden. Bei 57 Fällen wurden 14 (=24,6 %) Kopfnekrosen, davon 5 partielle und 9 totale Nekrosen, gesehen. Bei allein 7 Kopfnekrosen lag zu gleicher Zeit eine Pseudarthrose vor. Daraus müßte man schließen, daß die Frequenz der Kopfnekrosen durch eine ausbleibende Heilung erhöht wird. Umgekehrt müßte eine Anoxie des Kopfes eine Fehlheilung an der Frakturstelle fördern. Tatsächlich lassen sich aber aus der Literatur darüber keine einheitlichen Ergebnisse erhalten, da die Diagnose einer Kopfnekrose bei ausbleibender Frakturheilung oft schwierig ist. Fehlende Druckbelastung des Kopfes läßt die Formveränderung desselben vermissen, und die Diagnose stützt sich allein auf die Verdichtung des Schenkelkopfes. So sehen z.B. LENTZ und SPOTOFT Kopfnekrosen bei Pseudarthrosen häufiger als Kopfnekrosen allein. Auch im eigenen Krankengut (Tab.9) lagen 7 Kopfnekrosen bei 11 Pseudarthrosen vor, während bei 46 geheilten Fällen nur 7 Kopfnekrosen auftraten. Auf das gesamte Krankengut bezogen liegen somit Kopfnekrosen und Pseudarthrosen gemein-

sam in 12,2 % und Kopfnnekrosen allein in 12,2 % vor. Ein Unterschied ist nicht erkennbar. ENDER und BÖHLER u. ENDER geben dagegen den größten Teil ihrer Kopfnnekrosen bei bestehender Frakturheilung an. In diese Unklarheiten haben die autoradiographischen Untersuchungen mit dem Phosphor-Isotop P 32 von BESSLER u. MÜLLER endgültig Klarheit gebracht und die verschiedenen klinischen Ergebnisse erklärt. Sie konnten zeigen, daß kein direkter Zusammenhang zwischen Kopfnnekrose und Pseudarthrose besteht. Eine Pseudarthrose kann sowohl bei vitalem als auch bei totem Kopf vorliegen, und eine Frakturheilung kann somit auch bei einem toten Kopf eintreten.

Die oben angegebenen 14 Kopfnnekrosen sind in Tab. 9 auf alle Schenkelhalsfrakturen bezogen. Klammert man die drei eingekeilten Abduktionsfrakturen und die sieben lateralen Schenkelhalsfrakturen aus, so ergibt sich eine Frequenz von 30 % Kopfnnekrosen bei den medialen, dislozierten Varusfrakturen. Nach der Sammelstatistik bei NIGST schwankt die Häufigkeit der Kopfnnekrosen zwischen 21 und 47 % mit einem Mittelwert von 34 %. Danach lägen die eigenen Ergebnisse unterhalb des Durchschnitts, wenn nicht die oben angeführten Fehlerquellen, wie zu kurze Beobachtungszeit und unzureichende Erfassung der Patienten, dieses Ergebnis sicherlich negativ beeinträchtigten.

Wir konnten nur drei Patienten mit eingekeilten Abduktionsfrakturen, die ja alle genagelt wurden, nachuntersuchen. Es lag kein Fehlergebnis vor. Aber gerade zur Bedeutung der Nagelung für die Entstehung der Kopfnnekrosen bei diesem Frakturtyp muß noch ein Wort gesagt werden: MAATZ u. LEMPert, CLEVELAND u. BAILEY, SALEM, ENDER und BANKS sahen bei der konservativen Therapie dieser Frakturen keine Kopfnnekrosen. Nach Nagelungen fanden sie dagegen häufig Kopfnnekrosen und warnen vor diesem Vorgehen. Aber auch bei konservativen Verhalten können Kopfnnekrosen auftreten. CRAWFORD berichtet über drei Kopfnnekrosen bei 47 Patienten. FLATMARK u. LONE dagegen, die für die primäre Nagelung eintreten, meinen, bei genügend langer Beobachtungszeit werde die Kopfnnekrose bei genagelten Fällen seltener vorliegen als nach konservativer Therapie.

Bei 7 nachuntersuchten lateralen Schenkelhalsfrakturen fand sich keine Kopfnnekrose. Diese Komplikation ist aber auch bei dieser Fraktur zu erwarten, nur ist sie viel seltener; außerdem ist die vorliegende Serie sehr klein. JANTZEN und JANTZEN u. SCHUSTER berichten über 11 Fälle von Kopfnnekrosen nach lateralen Schenkelhalsfrakturen. Es handelt sich dabei durchweg um junge Patienten, während bei latera-

len Frakturen Erwachsener diese Komplikation kaum auftritt. Die Ursache dieser Altersverteilung erklärt sich aus den verschiedenen Durchblutungsverhältnissen des Hüftkopfes, die in der Jugend und im Alter verschieden sind. TRUETA und TRUETA u. HARRISON haben hier Klarheit geschaffen. Nach ihren Untersuchungen erfolgt die arterielle Versorgung des Femurkopfes beim Kinde ausschließlich durch Kapselgefäße, die aus den Aa. circumflexae femoris medialis et lateralis stammen. Dabei sind die sogenannten "lateralen epiphysären" Gefäße, die aus der A. circumflexa medialis stammen, die wichtigsten. Sie verlaufen im visceralen Blatt der Gelenkkapsel, um im Bereich der lateralen Kopf-Halsgrenze in den Knochen einzutreten. Zu diesem Zeitpunkt sind die Gefäße des Ligamentum capitis femoris noch nicht ausgebildet. Vom achten Lebensjahr an treten aber auch hier Gefäßlichungen auf, die den Knochen im Bereich der Fovea versorgen und später beim Erwachsenen mit den Lateralen Epiphysären Gefäßen anastomosieren (In 70 Prozent aller Fälle). So erklärt es sich, daß der jugendliche Hüftkopf in viel geringerem Maß vaskuläre Schäden auszugleichen vermag und somit für eine Nekrose besonders gefährdet ist.

Welche Faktoren fördern die Entstehung der Hüftkopfnekrose bei der Schenkelhalsfraktur?

CHAPCHAL (1961, 65) gibt wie viele andere eine primäre und sekundäre Gefäßschädigung an. Die primäre Gefäßschädigung wird durch das Ausmaß der primären Dislokation bestimmt, wie BRÜTSCH und BÖHLER u. ENDER an Hand ihrer Schenkelkopfnekrosen zeigen konnten. Beide Autoren wiesen neben GELBKE u. DZIEKAN auf die disponierende Bedeutung der Varusdislokation hin, während SMITH und CRAWFORD eine extreme Valgusstellung für die Entstehung der Kopfnekrose verantwortlich machen. BACKMAN sieht bei seinen Fällen eine dislocatio ad peripheriam als Hauptursache der Kopfnekrosen. Neben BÖHLER u. ENDER glaubt auch SMITH, daß die Außenrotationsdislokation die Kopfdurchblutung erheblich stören kann. Wir konnten keine Abhängigkeit der Nekrosehäufigkeit vom Ausmaß der primären Dislokation finden.

Primär spielt aber auch die Lokalisation der Fraktur im Halsbereich eine Rolle für die Gefäßschädigung, da dadurch die Gefäßversorgung an verschiedenen Stellen beeinträchtigt wird. BRÜTSCH, BÖHLER u. ENDER sowie MERLE D'AUBIGNÉ sahen Kopfnekrosen häufiger nach medialen (subcapitalen) Frakturen als nach lateralen. CLAFFEY weist in diesem Zusammenhang auf die Zerstörung des dorso-

lateralen Halsanteiles in Kopfnähe hin, wo ja nach TRUETA u. HARRISON die wichtigsten Gefäße einmünden und dann intraossal zerstört werden. JENSENIUS sah dagegen keinen Unterschied in der Häufigkeit der Kopfnekrosen bei subcapitalen oder transcervicalen Frakturen. Beim vorliegenden Krankengut lagen Kopfnekrosen nur bei den medialen Varusfrakturen vor (Tab. 9), deren Frakturverlauf in den meisten Fällen den so gefährdeten, kranialen, subcapitalen Anteil des Halses durchläuft. Diese Ergebnisse stehen also im Einklang mit anderen Angaben.

Bei der sekundären Gefäßschädigung, die eine Kopfnekrose bewirken kann, ist als Ursache das Repositionsmanöver und die primäre Instabilität zu nennen. Alle hier behandelten Patienten wurden manuell auf dem Frakturentisch reponiert. Dieses Verfahren wird von vielen Autoren vertreten (LEIMBACH, PUGH, FLEMING, FIELDING u. ZICKEL), aber genauso entschieden von vielen namhaften Chirurgen abgelehnt (BÖHLER 1954, FELSENREICH 1937, PUTTI, CHAPCHAL 1961, 65). Sie sahen nach manuellem Vorgehen mehr Kopfnekrosen als nach schonender Reposition im Extensionszug. Im eigenen Krankengut fehlen die Vergleichsmöglichkeiten.

Der frühe Zeitpunkt der Reposition ist von einer gewissen Bedeutung. Nach ENDER und VOLKERT lassen sich dadurch offenbar einige Nekrosen vermeiden. Die klinischen Ergebnisse dieser Autoren scheinen durch experimentelle Arbeiten untermauert zu sein. So ist es möglich, daß durch längere Dislokation, die Gefäße, die im lockeren inneren Kapselblatt liegen, nicht zerreißen, sondern nur torquiert werden und schließlich obliterieren. Bei rechtzeitiger Reposition werden diese Gefäße wieder durchlässig, und der Schenkelkopf wird wieder mit Blut versorgt (SCHMORL, CLAFFEY). Derartige Annahmen konnten von WOODHOUSE im Tierexperiment bei Hunden bestätigt werden. Je länger er an den Hüftköpfen dieser Tiere durch extreme Rotation eine zeitlich begrenzte Ischämie setzte, desto häufiger traten danach Kopfnekrosen auf. War die gesetzte Ischämie von kurzer Dauer, so traten keine Nekrosen auf. Über gegensätzliche klinische Ergebnisse berichten BRÜTSCH, JENSENIUS und BANKS. Bei ihnen war der Zeitpunkt der Reposition ohne Einfluß auf die Nekrosehäufigkeit.

Aber auch die Stabilität der genagelten Fraktur ist ein wesentlicher Faktor zur Verhütung der Kopfnekrose. Einmal kann durch eine postoperative Redislokation eine Zerreißung von noch intakt gebliebenen

Gefäßen eintreten und das Schicksal des Kopfes besiegeln. Andererseits wird ein Kopf, der primär beim Trauma von der Gefäßversorgung ausgeschlossen war, bei exakter Reposition und Fixation durch die feinen endossalen Kallusgefäße, die in das Kopffragment eindringen, rasch wieder an das Gefäßsystem angeschlossen (PHEMISTER, FELSENREICH 1939). Eine eintretende Instabilität kann diese feinen Gefäßbrücken zerreißen, und der Kopf wird einen möglichen Resorptions- und Umbauvorgang nicht durchmachen können (MAATZ u. LENTZ, MAATZ u. LEMPERT, REIMERS 1960). Nach den histologischen Untersuchungen von SCHMORL, AXHAUSEN (1922) und FELSENREICH (1939) muß man annehmen, daß nach einer dislozierten Schenkelhalsfraktur bei ca. zwei Dritteln der Kopffragmente mehr oder weniger Nekrosen vorliegen, der Kopf sich also wie ein freies Knochentransplantat verhält. Dieses Transplantat vermag einen über Jahre dauernden Heilungsvorgang durchzumachen, wenn es nur genügend fest mit dem distalen Fragment vereinigt ist.

Alle Faktoren, die die Stabilität beeinflussen, vermögen in diesem Sinne auf die Entstehung der Kopfnekrose zu wirken. So sahen SALEM, BÖHLER u. ENDER und JENSENIUS nach schlechter Reposition mehr Kopfnekrosen als nach guter Reposition. Daß hier aber Grenzen gesetzt sind, zeigen die Angaben von KOLB und MERLE D'AUBIGNÉ u. COMIER, die auch bei idealer Reposition 30 % Kopfnekrosen fänden.

Neben idealer Reposition ist die anhaltende Fixation der Fragmente durch die Osteosynthese eine Vorbedingung für die oben genannten Umbauvorgänge. Der Schenkelkopf muß nur genügend lange entlastet werden. Sieben der beobachteten Kopfnekrosen liegen gemeinsam mit Pseudarthrosen vor. Es waren Fälle, die im postoperativen Verlauf primäre Instabilität zeigten. Bei den verbleibenden sieben Kopfnekrosen war primäre Fragmentveränderung in drei Fällen zu sehen (Siehe dazu Abb. 26 bis 31). Dies stimmt mit den Angaben von SALEM überein, der bei seinen 41 Fällen, die postoperativ einestellungsänderung durchmachten, 33 Kopfnekrosen sah. Dagegen lehnen BÖHLER u. ENDER die primäre Instabilität als Ursache der Kopfnekrose ab. Aber auch MANNINGER, SZABÓ und KAZAR sahen besonders viele Kopfnekrosen bei den Fällen mit kranialer und anderer extremer Nagellage, die ja bei ihnen die häufigsten Ursachen der Redislokationen waren.

Ein weiterer für die Stabilität und damit auch für die Kopfnekrose bedeutender Faktor ist der Neigungswinkel nach PAUWELS. Beim vorliegenden Krankengut waren 5 Kopfnekrosen bei 21 Fällen des Frakturtypes PAUWELS I zu sehen (23,8 %), während 7 Kopfnekrosen bei 22 Fällen mit PAUWELS II auftraten (31,8 %). Von sechs prognostisch un-

günstigen Frakturtypen der Gruppe III hatten zwei eine Kopfnekrose. Leider ist bei so wenigen Fällen die Aussagekraft sehr gering. EYRE-BROOK u. PRIDE, BRÜTSCH und SALEM sahen ebenfalls einen Zusammenhang zwischen dem PAUWELS-Winkel und der Häufigkeit der Kopfnekrosen, während BÖHLER u. ENDER mehr Kopfnekrosen bei PAUWELS II als bei PAUWELS III fanden, und JENSENIUS sogar die meisten Kopfnekrosen bei PAUWELS I und die wenigsten bei PAUWELS III fand.

Wenn mit einer Verbesserung der Stabilität durch ein neues Osteosynthese-Verfahren auch die Gefahr der Kopfnekrose vermindert werden sollte, so müßte auch der PUGH-Laschennagel diese Komplikation auf Grund seiner besseren Stabilisierungsfähigkeit verringern. Aus den Tab. 10 bis 12 geht aber hervor, daß dies nicht der Fall ist. Bei 13 Fällen nach PUGH-Laschennagelungen traten drei Kopfnekrosen auf, während bei 31 Dreilamellen-Nägeln dieses Ereignis sechsmal gesehen wurde. Auch die amerikanischen Autoren PUGH, FLEMING sowie FIELDING u. ZICKEL, die so ausgezeichnete Ergebnisse mit dem PUGH-Laschennagel erzielten, sahen bei 100 geheilten und nachuntersuchten Fällen 16 Kopfnekrosen. Bedenkt man, daß sie diese Diagnose nur beim Vorliegen einer knöchernen Heilung stellen, so wird bei ihnen die Anzahl an Kopfnekrosen sicher noch höher liegen. So glauben besonders FLEMING sowie FIELDING u. ZICKEL nicht, mit diesem Verfahren die Kopfnekrosen beeinflussen zu können. Das Auftreten der Kopfnekrose ist somit nach Meinung vieler Chirurgen als eine schicksalsmäßige Erscheinung dieser Frakturen zu erklären, die primär beim Trauma durch Gefäßschädigung entsteht (KOLB, BÖHLER u. ENDER, MERLE D'AUBIGNÉ u. COMIER, BANKS). Wenn durch exakte Stabilisierung und Adaptation der Fragmente eine Revitalisierung des Kopffragmentes möglich erscheint (PHEMISTER, FELSSENREICH 1939), so nur dann, wenn während der Zeit der ablaufenden Umbauvorgänge der Kopf von jeglicher Belastung ausgeschlossen wird. Diese Entlastung müßte dann aber auf Jahre durchgeführt werden (REIMERS 1960). Eine praktische Durchführung dieser Forderung liegt außerhalb der klinischen Möglichkeiten. Es können somit noch nach Jahren bei den ablaufenden Umbauvorgängen lokale Zusammenbrüche im Kopf erwartet werden, die zu Unrecht als Spätnekrose bezeichnet werden (FELSSENREICH 1939). Sie sind vielmehr als Ausdruck der ablaufenden Heilungsvorgänge zu werten, die bei Schenkelkopfbelastung eintreten. Diese teilweisen Zusammenbrüche führen schließlich zur Verformung des Ge-

lenkknorpels und Inkongruenz der Gelenkflächen AXHAUSEN (1951, 53). Als Folge dieser Inkongruenz resultiert nach AXHAUSEN eine Zerstörung des Knorpels bei physiologischer Belastung, und die Coxarthrose entsteht. Wenn somit neben eigentlicher Kopfnekrose mit relativ frühem Zusammenbruch in ca. 30 % aller Fälle bei weiteren 30 % der Patienten arthrotische Veränderungen in späteren Jahren gefunden werden (BOYD u. GEORGE, BÖHLER u. ENDER), so können bei ca. Zweidrittel aller Schenkelhalsfrakturen primär anoxische Schäden im Kopffragment angenommen werden; ein Ergebnis, das mit den histologischen Untersuchungen von AXHAUSEN (1922) und FELSENREICH (1939) übereinstimmt, die bei ungefähr 75 % aller Kopffragmente nekrotische Veränderungen fanden.

In Tabelle 14 wurde nach den Gesichtspunkten von MITTAG u. MITTAG eine klinische Beurteilung der nachuntersuchten Patienten vorgenommen. Gute Ergebnisse (Grad I und II) lagen bei 26 Patienten vor, bei 14 war das Ergebnis ausreichend (Grad III) und bei 17 schlecht (Grad IV). Ein Vergleich mit den Angaben anderer Autoren ist, mit Ausnahme von MITTAG u. MITTAG, nicht möglich, da erstens die Subjektivität nicht ausgeschlossen werden kann, und zweitens auch meist unterschiedliche Maßstäbe angelegt wurden. Aber auch ein Vergleich mit den Ergebnissen von MITTAG und MITTAG kann nur mit Vorbehalten erfolgen, da die genannten Autoren die lateralen Halsfrakturen konservativ mit Drahtextension behandelten und die eingekeilten Valgusfrakturen auch konservativ versorgten. Es wurden aus ihrer Arbeit also zum Vergleich nur die genagelten Varusfrakturen mit den gleichen Brüchen dieser Arbeit herangezogen. Von 74 nachuntersuchten Fällen bei MITTAG und MITTAG gehörten

16 (=21 %) der Gruppe I  
33 (=46 %) der Gruppe II  
18 (=25 %) der Gruppe III  
6 (= 8 %) der Gruppe IV

an. Für 47 genagelte Varusfrakturen unseres Krankengutes (Tab. 14) ergibt sich folgende Einteilung:

Gruppe I 10 (=21 %)  
Gruppe II 10 (=21 %)  
Gruppe III 13 (=28 %)  
Gruppe IV 14 (=30 %)

Das funktionelle Ergebnis ist also im eigenen Krankengut ungünstiger als bei MITTAG und MITTAG, die die gleichen Kriterien der Beurteilung anwandten. Wir vermögen keine Erklärung dafür abzugeben; um so mehr nicht, als bei diesen Autoren die objektiven Fehlschläge der Kopfnekrose und Pseudarthrose mit 21 % und 25 % in gleichen Bereichen lagen.

Neben den objektiven Fehlschlägen lassen sich auch nach so kurzer Beobachtungszeit von 7 bis 24 Monaten bei 30 % aller Patienten schlechte klinische Resultate erheben. Sie sind in den meisten, aber nicht in allen Fällen, auf Kopfnekrosen und Pseudarthrosen zurückzuführen. Die Ansicht der angelsächsischen Autoren, die Schenkelhalsfraktur auch heute noch trotz aller Fortschritte als "unsolved fracture" zu bezeichnen, muß immer wieder bestätigt werden.

## II. Zur Osteosynthese der pertrochanteren Femurfrakturen

### 1. Allgemeines über den Frakturtyp, das Alter und die Reposition der pertrochanteren Femurfrakturen:

In Tab. 15 ist ein Überblick über die 122 operativ behandelten Frakturen des Trochanterbereiches gegeben. Die isolierten Brüche des großen und kleinen Rollhügels wurden nicht berücksichtigt, da sie bei der Fragestellung der Belastungsstabilität von geringer Bedeutung sind. Eine Einteilung der Brüche dieser Gegend war zur Zeit der rein konservativen Therapie von vorwiegend theoretischem Interesse (REIMERS 1955). Mit der Schaffung der operativen Osteosynthese-Verfahren gewinnen die einzelnen Typen jedoch an Bedeutung, da sie auf Grund ihrer Frakturkonstellation verschiedene Grade von Stabilisierungsfähigkeit mit sich bringen. Wir haben uns an das Einteilungsschema von BÖHLER (1954) gehalten und versucht, die vorliegenden Brüche in dieses Schema einzuordnen. Daß dies nicht immer gelingt, zeigt die Tabelle 15. Wie alle anderen Schemata (Siehe Überblick bei NIGST), kann auch das BÖHLER'sche Schema keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, stellt aber eine Arbeitsgrundlage dar. Die Typen

nach BÖHLER (1954) sollen hier kurz skizziert werden:

TYP I ist ein Bruch des proximalen Trochanterbereiches, bei dem eine Abgrenzung zum lateralen Schenkelhalsbruch oft schwierig ist. Der Frakturspalt klappt nur lateral leicht, während medial die Kortikalis-Anteile der beiden Fragmente Kontakt behalten. Nur leichte Coxa-Varastellung bei meist intaktem Trochanter minor.

TYP II. Der Bruch läuft mitten durch das Trochantermassiv. Das kraniale Fragment trägt einen großen Sporn des Adamschen Bogens, der in das distale Fragment eingetaucht ist. Der Bruch klappt stark nach kranial, so daß eine deutliche Coxa-Vara vorliegt. Der meist abgesprengte Trochanter minor ist verschoben.

TYP III hat eine sehr schräge Bruchlinie durch die Trochanterregion mit abgesprengtem kleinen Rollhügel. Die Fragmente sind parallel gegeneinander verschoben, wobei das Schaftfragment weit kranial steht, während das Kopf-Halsfragment in normaler oder sogar leichter Valgusposition stehen geblieben ist.

TYP IV ist dadurch gekennzeichnet, daß die Fraktur in der Nähe der Halsbasis liegt, und eine Innenrotation des distalen Fragmentes besteht. Bei Typ I-III liegt stets eine Außenrotation vor.

Aus Tab. 15 geht hervor, daß beim beurteilten Krankengut der Typ II am häufigsten und der Typ IV am seltensten gesehen wurde. Die Reposition wurde manuell auf dem Operationstisch durchgeführt. Auch hier wurde, wie bei den Schenkelhalsfrakturen, das strenge Kriterium der anatomischen Kortikalis-Kortikalis-Adaptation im Bereich des Calcar femorale und des Schaftes gefordert. Dagegen wurden abgesprengte Trochanteranteile nicht bewertet. Auf die Bedeutung einer Abstützung des Calcar femorale für die Stabilität der pertrochanteren Frakturen wiesen EVANS (1949), PAUWELS (1953), TAYLOR, NEUFELD u. NICKEL und SCHEUBA (1966) hin. MÜLLER (1962, 63) und SCHEUBA (1966) fordern sogar die offene Reposition mit Adaptation aller abgesprengter Nebenfragmente, um eine Osteosynthese mit "Palacos" durchführen zu können. Eine solche Maßnahme wäre nach ihren Angaben z.B. bei der Fraktur der Abb. 36 notwendig gewesen, da die Knochenkontinuität dorsal vom PUGH-Laschennagel auf weiter Strecke unterbrochen ist.

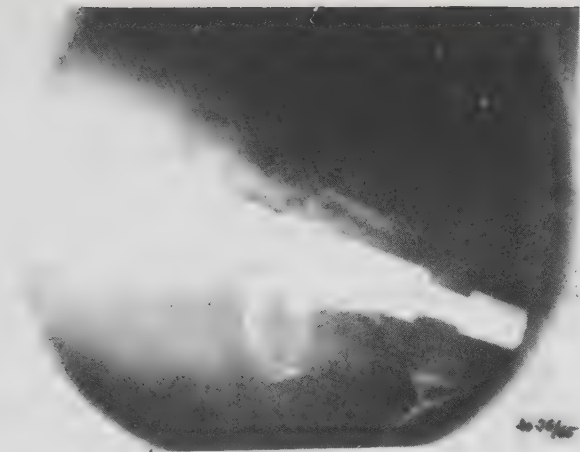


Abb. 36. Pertrochantere Femurfraktur nach Reposition und PUGH-Laschennagelung. Seitliche Aufnahme. Große dorsale Knochenlücke.

Aus Tab. 15 sieht man, daß eine exakte Reposition beim Typ I besonders häufig gelingt, der nur bei fünf von 36 Fällen lag kein ideales Ergebnis vor. Aber schon beim Typ II konnte nur in 20 von 49 Fällen (=40,8 %) dieses Ergebnis erzielt werden. Bei Typ III und IV wie bei den pertrochanteren Frakturen mit Beteiligung der subtrochanteren Region und den Typen, die nicht klassifiziert werden konnten, war das Ergebnis ausgesprochen schlecht, so daß nur bei 50 % der Brüche eine exakte Reposition erzielt wurde. Die Folgen einer schlechten Reposition bei diesen Frakturen sind nicht so gravierend wie bei den Schenkelhalsfrakturen. Trotzdem werden sie das anatomische und funktionelle Ergebnis beeinträchtigen, das ja gerade durch die Osteosynthese dieser Brüche verbessert werden soll.

Das durchschnittliche Alter der Patienten beträgt 75,4 Jahre. Auch hier ergibt sich dieses Alter nur aus den lebend entlassenen Patienten, so daß das hohe Alter der verstorbenen Patienten nicht zur Geltung kommt. Die Angaben anderer Autoren, SPOHN, SCHUMPELICK u. JANTZEN, nach denen das Durchschnittsalter bei pertrochanteren Frakturen um 5 bis 10 Jahre höher liegt als bei den Schenkelhalsfrakturen, trifft also auch hier zu. (Siehe auch Tab. 1)

Wenn SPOHN, MEYER, HAASCH (1958), BÖTTGER u. DAHLKE, BLUEMEL und EHLERS u. MAY ein durchschnittliches Alter ihrer aufgenommenen Patienten mit ca. 75 Jahren angeben, so ist das Durchschnittsalter der 122 hier vorliegenden Patienten von 75,4 Jahren als besonders hoch zu bezeichnen, wurden die letalen Fälle doch nicht beurteilt. So gibt HAASCH (1958) für das Durchschnittsalter seiner verstorbenen Patienten 84 Jahre an.

## 2. Zur Stabilität der mit einer Osteosynthese versorgten pertrochanteren Femurfraktur:

Wenn auch die Heilungstendenz der pertrochanteren Fraktur sehr gut ist, muß auch hier nach der Osteosynthese der Faktor der Stabilität eine große Rolle spielen. Resultiert doch durch eine Instabilität die Ausbildung einer Coxa-Vara-Stellung, die das Ergebnis funktionell oft stark beeinträchtigt. Sie führt zu einer Verkürzung des Beines, zu schlechten Gangverhältnissen und schließlich zu Rückwirkungen auf das Hüftgelenk und die Wirbelsäule (BLUEMEL). Welche Faktoren beeinflussen die Stabilität der pertrochanteren Femurfraktur?

Nach PAUWELS (1953) ist es besonders die Biegunskraft, die in diesem Bereich sehr stark zur Geltung kommt. Die auf den Femurkopf wirkende Druckbeanspruchung "R" läuft nicht in der Achse des Schenkelhalses, sondern medial davon und entfernt sich immer mehr von der Achse des Halses. Der Schenkelhals steht also nicht unter gleichmäßig verteilter Druckspannung, sondern unter einer Biegungsbeanspruchung. Diese wird um so größer, je weiter die Verlängerung der Druckrichtung "R" sich von der Schenkelhalsachse entfernt und ist somit im Trochanterbereich am größten. Diese Biegunskraft gilt es zu überwinden, was sowohl durch Extension als auch durch Nagelung gelingt. Besonders bei der Zertrümmerung des Calcar femorale findet das proximale Fragment keinen Abstützungspunkt, und es kommt zur Varusfehlstellung.

Wie bei den Schenkelhalsfrakturen gibt es besondere Frakturtypen dieser Gegend, die sich durch Stabilität oder Instabilität auszeichnen. MERVYN EVANS (1949) hat eine derartige Einteilung angegeben. Er unterscheidet zwischen stabilen und instabilen Brüchen des

Trochantergebietes. Zu den ersteren zählt er die pertrochanteren Frakturen, bei denen kaum oder gar keine Dislokation vorliegt, die also weitgehend dem Typ I nach BÖHLER (1954) entsprechen. Aber auch pertrochantere Frakturen, bei denen eine Dislokation vorliegt, jedoch durch exakte Adaptation des Calcar femorale behoben werden kann, gehören nach EVANS (1949) zu den stabilen Frakturen. Dies gilt für exakt reponierte Brüche vom Typ BÖHLER II bis IV. Dagegen bezeichnet EVANS (1949) dislozierte Frakturen, bei denen eine exakte Reposition im obigen Sinne nicht gelingt, als instabile Frakturen. Sie neigen zur Varusfehlstellung. Zu diesen gehören natürlich auch die pertrochanteren Trümmerfrakturen. Immerhin sah FOSTER bei seinem Krankengut 48 % derartiger Brüche, was ungefähr mit unseren Repositionsergebnissen übereinstimmt. (Tab. 15)

Die Stabilisierungsfähigkeit des angewandten Osteosynthese-Verfahrens ist der wichtigste Faktor in dieser Fragestellung. Es soll nicht nur eine innere Schienung zur Erhaltung des Repositionsergebnisses erzielt werden, wie es von TAYLOR, NEUFELD u. NICKEL vertreten wird, während mit der Belastung bis zum sicheren trabekulären Durchbau gewartet wird. Vielmehr sollte die Frühbelastung der verletzten Extremität angestrebt werden (WINKELBAUER u. MOSER, SCHUMPELICK u. JANTZEN, BLUEMEL, BÖTTGER u. DAHLKE, MÜLLER, WILLENEGGER u. ALLGÖWER und SCHEUBA 1966), haben doch die meisten heute angewendeten Konstruktionen ein ausreichende Biegs- und Bruchsicherheit. Trotzdem ist durch die Beschaffenheit der Knochenstruktur bei dem hohen Alter der Patienten eine Grenze gesetzt. Der morsche, osteoporotische Knochen vermag oft nicht, das eingeführte Osteosynthesematerial zu halten, und bei der Belastung kommt es zur Lockerung und zum Durchschneiden. So ist bei sehr alten Patienten mit schlechtem Allgemeinzustand und osteoporotischen Knochen eine Belastung oft gar nicht möglich, und die Osteosynthese wird nur zur Erhaltung der Reposition und zur Durchführung von Bewegungsübungen vorgenommen. ANDERSON, McKIBBIN u. BURGESS, BRÜTSCH u. PIROZYNSKI und BAUD geben für derartige Fälle als schonendes Verfahren die Drahtspickung der Fraktur an. In letzter Zeit ist aber auch hier ein Weg gefunden worden, bei so gelegenen Fällen eine absolut belastungsfähige und stabile Osteosynthese zu erzielen. Erst MÜLLER (1962, 63, 65) und dann SCHEUBA (1966) berichten über die Anwendung von "Palacos" bei der Osteosynthese pertrochanterer Frakturen. Es

handelt sich um ein selbsthärtendes Methylmetacrylatpräparat mit großer Gewebefreundlichkeit. Nach Ausräumung der Hals- und Trochanterspongiosa wird der entstandene Hohlraum mit dem noch weichen Kunstharz ausgefüllt und in diesen dann der Nagel geschlagen und verschraubt. Es wird so ein Höchstmaß an Festigkeit erreicht, so daß diese Patienten schon ein bis drei Tage nach dem Eingriff mit der Belastung beginnen. Beide Autoren fordern in Anbetracht einer möglichen cancerogenen Wirkung, daß nur Patienten mit hohem Alter und stark osteoporotischen Knochen diesem Verfahren unterzogen werden. Als weitere Nachteile des Kunstharzes werden die Störung der Knochenheilung und das Ausbleiben der Resorption von Kunstharzen genannt.

In Tab. 16 ist die Häufigkeit der angewandten Verfahren angegeben. Allein 48 Frakturen wurden mit einem PUGH-Laschennagel versorgt. Der Laschenteil ist für diese Frakturen besonders lang konstruiert und enthält drei oder vier Schraubenlöcher für die Kortikalisschrauben. Die 43 Verschraubungen nach POHL stellen die letzten Maßnahmen mit diesem Verfahren dar. Alle anderen Methoden liegen nur in sehr kleinen Serien vor. Warum in einem Fall eine pertrochantere Fraktur mit zwei Dreilamellen-Nägeln versorgt wurde, ist aus dem Krankenblatt nicht zu ersehen.

Bei 43 Verschraubungen nach POHL (Tab. 17) kam es in sechs Fällen (=13,9 %) zu einer Veränderung der Fragmentstellung mit Varusfehlstellung. Wenn in der gleichen Tabelle 37 Fälle als normal bezeichnet werden, so gilt das nur für das Ausbleiben einer Instabilität, auch wenn das Repositionsergebnis im Sinne einer Varus- oder Valgusstellung nicht ideal war. In diesen Fällen wurde das erzielte Repositionsergebnis während der klinischen Behandlung durch die Osteosynthese erhalten, ganz gleich ob es gut oder schlecht war. SCHUMPELICK u. JANTZEN haben dieses Verfahren in die Therapie eingeführt, und viele andere Chirurgen haben es übernommen (BLUEMEL, BÖTTGER u. DAHLKE, EHLERS u. MAY und KROENER). Nur letzterer berichtet über einen Fall von schwerer postoperativer Instabilität mit ausbleibender knöcherner Heilung. Alle anderen Vertreter dieses Verfahrens sahen auch bei Frühbelastung keine Instabilität. Als Vorteil der POHL'schen Schraube geben sie die Möglichkeit des Gleitens an, so daß bei der Frakturresorption keine Sperrwirkung möglich ist, oder sogar eine Kopfperforation erfolgt. Ja sie fordern sogar die früheste

Belastung, damit das proximale Fragment mit der gleitenden Schraube sofort an die distale Frakturfläche gepreßt wird. Meinen sie doch wie KÜNTSCHER (1948, 53), daß bei steiler Lage der Schraube und der Möglichkeit des Gleitens alle Scherkräfte in kallusfördernde Schubkräfte umgewandelt werden. Sowohl SCHUMPELICK u. JANTZEN als auch BÖTTGER u. DAHLKE schließen theoretisch die Rotation des proximalen Fragmentes nicht aus, sahen diese Komplikation aber in keinem Fall. Bei den sechs Fällen mit primärer Instabilität war es auf Grund mäßiger Reposition und Nagellage in zwei Fällen zu einer leichten Varisierung gekommen. Bei den restlichen vier Fällen hatte nicht nur ein physiologisches Gleiten der Schraube stattgefunden, sondern sie hatte sich in der Kopfspungiosa gelockert und war noch weiter zurück geglitten, so daß das Kopf-Halsfragment in erhebliche Varusstellung rutschte. HAUSCHILD erklärt diesen Vorgang wie folgt: "Daneben glauben wir aber beobachtet zu haben, daß die Schraube im allgemeinen leichter über das erwünschte Maß hinaus wandert als der mit dem Kopf versehene Nagel. Der breitere Nagelkopf bietet den dem Oberschenkel-schaft anliegenden Weichteilen einen großflächigeren und damit anscheinend besseren Widerstand. Die Schraubenwindungen sind demgegenüber offenbar nicht in jedem Knochen und besonders nicht bei stärkerer Osteoporose geeignet, die konstante Lage der Schraube zu gewährleisten".

Dieser übertriebene Gleitvorgang kann nicht nur postoperativ auftreten, sondern wird oft nach Monaten und Jahren noch gefunden. (Siehe Nachuntersuchungen)

Dieser große Nachteil der nichtsperrenden Laschenschraube von POHL war schließlich der Anlaß, die pertrochanteren Femurfrakturen auch mit dem PUGH-Laschennagel zu versorgen. PUGH, FLEMING, FIELDING u. ZICKEL berichten ausschließlich über ihre Erfahrungen bei Schenkelhalsfrakturen, weisen aber darauf hin, daß mit dieser Methode auch andere Frakturen des coxalen Femurendes versorgt werden können. Zwei große Vorteile liegen gegenüber der POHL'schen Laschenschraube vor:

1. Auf Grund der Nute des Nagels und der Hülse der Lasche ist eine Rotation des Nagels nicht möglich.
2. Der Reibungsring des Nagels erzeugt eine gewisse Spannung zwischen Hülse und Nagel, so daß dieser nicht vollständig frei zurück gleiten kann.

Die Abb. 37 bis 39 zeigen den Verlauf einer PUGH-Laschennagelung einer pertrochanteren Fraktur: Die 67jährige Patientin erlitt beim Sturz auf die linke Hüfte eine pertrochantere Femurfraktur vom Typ BÖHLER II mit Absprengung des kleinen Rollhügels. Trochanterhochstand und Coxa-Vara-Stellung bei Einstauchung des Schenkelspornes in den Femurschaft. Die im Operationssaal angefertigte Aufnahme (Abb. 37) ist leider schwach konturiert, so daß das Zerstörungsausmaß des Trochantor major nicht zu erkennen ist. Es wird eine PUGH-Laschennagelung vorgenommen, bei der gute Fragmentstellung und gute Nagellage erreicht werden. Die Abb. 38 zeigt den Zustand 14 Tage post operationem. Man erkennt auf diesem Bild, daß der große Rollhügel ebenfalls abgerissen ist. Die Patientin wird in der dritten Woche zunehmend belastet und erreicht sehr gute Gehfähigkeit. Abb. 39 wurde vier Wochen nach dem Eingriff angefertigt und zeigt bei massiver Kallusbildung unveränderte Fragmentstellung und Nagellage. Der kleine Rollhügel ist durch Kallus mit dem Schaft wieder in Verbindung getreten, während der Frakturspalt am abgerissenen Trochantor major noch nicht sicher überbrückt ist.



Abb. 37. Linksseitige pertrochan-  
tere Femurfraktur BÖHLER II.  
Operationsbild vor der Repo-  
sition.



Abb. 38. Zwei Wochen nach der Nagelung.  
Trochanter major und minor ab-  
gesprengt.



Abb. 39. Vier Wochen nach Nagelung und  
nach Belastung. Ausreichend Kallus.  
Keinestellungsänderung.

Dagegen bietet der PUGH-Laschennagel bei der pertrochanteren Femurfraktur mit Beteiligung der subtrochanteren Region einen Nachteil gegenüber der POHL'schen Laschenschraube. Es fehlt der PUGH-Lasche eine Gleitschiene, wie sie die POHL'sche Lasche enthält. Dadurch kann es bei diesen Frakturen zu einer Sperrwirkung durch die PUGH-Lasche kommen und die Bruchheilung verzögert, oder sogar einmal verhindert werden.

Aus Tab. 17 ist zu sehen, daß es bei 48 PUGH-Nägeln nur in drei Fällen zur primären Stellungsänderung der Fragmente kam (=6,2 %). Für die daraus resultierende Varusstellung und die restlichen als "normal" bezeichneten Fälle gilt das schon oben Gesagte. In allen drei Fällen war ungenügende Reposition mit sekundärer leichter Varisierung für diesen Vorgang verantwortlich zu machen. Die knöchernde Heilung erfolgte dann in dieser Stellung, und das funktionelle Ergebnis war noch befriedigend. Bei einem anderen Fall war eine so schlechte Reposition erfolgt, daß die Fragmente in Valgusstellung weit klappten. Zwar trat hier keine Instabilität auf, doch verzögerte sich die Frakturheilung so stark, daß eine Belastung noch nach Monaten nicht möglich war. Dieser Fall wird nach den angegebenen Kriterien der Stellungsänderung nicht als instabil bezeichnet, obwohl eine belastungsfähige Osteosynthese nicht erzielt wurde. Bei einer anderen pertrochanteren Fraktur erlebten wir auf Grund schlechter Reposition die gleichen Schwierigkeiten, doch trat die knöchernde Überbrückung hier etwas schneller ein. Diese beiden Fälle zeigen, daß es empfehlenswert ist, auch bei pertrochanteren Frakturen eine ausreichende Reposition zu erzielen. Damit ermöglicht man erst eine Frühbelastung. Nach SCHEUBA (1966) sollte man deshalb nicht vor einer offenen Reposition zurück schrecken. Die Abb. 40 bis 44 zeigen den röntgenologischen Verlauf der oben angeführten pertrochanteren Fraktur:

Abb. 40 zeigt die linksseitige pertrochantere Spiralfraktur mit Absprengung des kleinen Rollhügels. Noch am Unfalltage wird bei der 87jährigen Patientin die Versorgung mit einer PUGH-Laschennagelung vorgenommen. Dabei wird nur mäßige Fragmentstellung erreicht (Abb. 41 und 42 wurden vier Wochen nach dem Eingriff angefertigt). In dem ventralen Bild (Abb. 41) ist zwar trotz lückenhafter Adaptation die normale Form des coxalen Femurendes gewahrt, dagegen sieht man

im seitlichen Bild (Abb. 42), daß das distale Fragment um die Hälfte einer Schaftbreite nach dorsal verlagert und nach ventral abgeknickt ist. Unzureichende Kallusbildung und das schlechte Repositionsergebnis erfordern weitere vier Wochen Bettruhe. Dabei tritt interkurrent eine Bronchopneumonie auf, die nur mühsam mit Antibiotica beherrscht werden kann. Nach acht Wochen kann die Patientin schließlich mobilisiert werden. Die Abb. 43 und 44 zeigen ausreichende Kallusbildung in beiden Ebenen nach zehn Wochen. Repositionsergebnis und Nagellage sind erhalten. Gehfähigkeit der greisen Patientin mit zwei Krücken.



Abb. 40. Per-subtrochantäre Femurfraktur links mit Abriß des Trochanter minor. Sklerotischer Knochen.



Abb. 41. Vier Wochen nach PUGH-Lachmannnagelung. Aufsicht der Fragmentstellung gut aber keine Adaptation.



Abb. 42. Seitliche Aufnahme zur gleichen Zeit. Man erkennt die bestehende dislocatio ad latus und ad axim. Wie oben völlig unzureichende Kallusbildung.



Abb. 43. Zehn Wochen nach dem Eingriff. Ausreichender Kallus bei erhaltener Fragmentstellung.

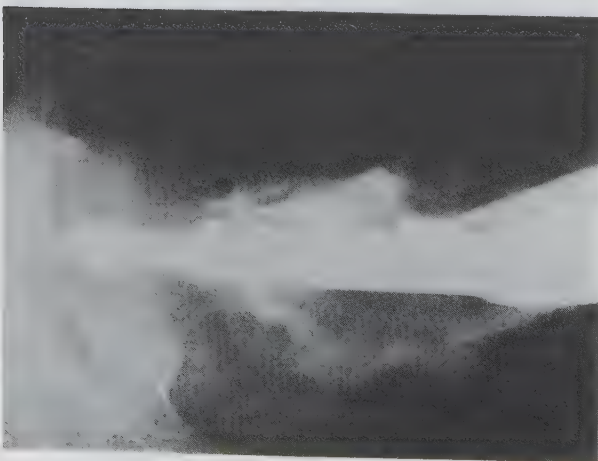


Abb. 44. Seitliche Kontrolle zur gleichen Zeit. Die Fraktur ist jetzt sicher durch Kallus stabilisiert.

Bei keinem PUGH-Laschennagel fand sich ein übermäßiges Zurückgleiten des Nagels wie bei der POHL'schen Schraube, so daß die Anfangserfolge bei 48 Fällen durchaus als zufriedenstellend anzusehen sind.

Bei drei pertrochanteren Frakturen wurde während eines Übergangsstadiums eine Osteosynthese mit dem steilen KÜNTSCHER-Nagel vorgenommen. Dieses Verfahren ist in der Technik ähnlich wie bei der Schenkelhalsnagelung durchzuführen (KÜNTSCHER 1962, MAATZ u. HAASCH). Allerdings ist es bei der pertrochanteren Fraktur noch wichtiger, den Nagel in eine ganz steile Verlaufsrichtung zu bringen. Er kann sich dadurch medial an der Schaftkortikalis des distalen Fragmentes zuverlässig abstützen. Schwierigkeiten ergeben sich bei abgesprengtem Trochanter minor, besonders wenn dieser mit einem größeren Kortikalisanteil versehen ist. Dann lehnen KÜNTSCHER (1962) und BERENTY dieses Verfahren ab, während HAASCH (1959) in der MAATZ'schen Klinik auch dann noch mit dem steilen Nagel eine absolut belastungsfähige und stabile Osteosynthese erzielt. Dazu wird der Nagel noch steiler eingeführt, so daß er sich an der medialen Kortikalis unterhalb des ausgesprengten kleinen Rollhügels abstützen kann. Tritt der Nagel dabei im lateralen Kopfanteil über die Kopfkortikalis hinaus, so wird dieses Mißgeschick bis zur eingetretenen Frakturheilung in Kauf genommen, und der Nagel frühzeitiger entfernt. Auf diese Weise werden 80 % ihrer pertrochanteren Frakturen versorgt. Daß aber bei diesen Brüchen bei zu flacher Nagellage eine Instabilität der Fragmente mit Varisierung resultiert, hat MAATZ (1951) bereits erwähnt. Auch wir sahen diesen Fehlschlag einmal (Tab. 17).

In neuen Fällen wurden Frakturen des coxalen Femurendes mit einem Y-Nagel nach KÜNTSCHER (1962) versorgt. Mit diesem Nagel wird das Prinzip der "Inneren Schienung" gewahrt, und selbst Frakturen mit sehr porotischen Knochen können absolut stabil versorgt werden. So fand sich postoperativ nur einmal eine leichte Varisierung. Nach MAATZ (1951) und KÜNTSCHER (1962) ist aber die Technik des Verfahrens so schwierig, der Eingriff für die sehr alten Patienten so belastend, daß dieser Doppelnagel von ihnen nur noch in Ausnahmefällen angewendet wird. MAATZ (1951) berichtet von 16 Todesfällen nach 48 Y-Nagelungen (=33 %).

Allein bei 14 Laschennagelungen (Tab. 17) trat in sechs Fällen eine postoperative Stellungsänderung bei Belastung ein. Dies erklärt sich aus der unzureichenden mechanischen Konstruktion dieser Vorrichtung. An der Stelle der größten Biegeb Belastung, nämlich der Nagel-Plattenverbindung, liegt der mechanisch schwächste Punkt. Der dünne Laschenteil läßt sich mit der Hand verbiegen und wird nur mit einem kurzen Gewindeanteil der Schraube gefaßt, während der größte Teil der Schraube Kontakt mit dem Dreilamellen-Nagel hat. Eine derartige Konstruktion kann keine besondere mechanische Festigkeit gewährleisten (WEIS, WINKELBAUER u. MOSER). Der einfache Laschennagel gelangt deshalb nur noch selten zur Anwendung.

Dagegen bietet die AO-Winkelplatte ein Höchstmaß an Biegeb- und Bruchfestigkeit. Damit begründen MÜLLER, WILLENEGGER u. ALLGÖWER die Verwendung einer starren Einstückkonstruktion, die zudem weitgehend vor Korrosion geschützt ist. Auch SPIER erzielt mit der AO-Winkelplatte stabile Osteosynthesen bei pertrochanteren Frakturen. Auf die Gefahr einer möglichen Kopferforation bei eintretender Frakturresorption wird von ihm hingewiesen. Die Klingenspitze darf nicht zu weit in den Kopf getrieben werden. Bisher wurden vier pertrochantere Frakturen im eigenen Krankengut mit dieser Methode genagelt; es trat kein Versager auf (Tab. 17).

Der mit zwei Dreilamellen-Nägeln versorgte pertrochantere Bruch blieb stabil. EHALT, WINKELBAUER u. MOSER und viele andere lehnen dieses Vorgehen ab.

Somit trat bei 122 operativ versorgten Frakturen des Trochanterbereiches bei 17 Fällen eine primäre Stellungsänderung der Fragmente auf (=13,9 %). Immerhin gibt FOSTER bei 48 % seiner Fälle "instabile Frakturtypen" an. Diese hohe Zahl bezieht sich aber sicher nicht auf postoperative Fragmentänderungen, sondern vielmehr auf den Frakturtyp nach EVANS (1949). Bei anderen Autoren liegen die Angaben für eine primäre Instabilität bedeutend geringer als im eigenen Kollektiv. TAYLOR, NEUFELD u. NICKEL berichten über 47 Fälle bei 1.500 Nagelungen also nur in 3,1 %. Auch andere Chirurgen sahen die primäre Stellungsänderung sehr selten. Als Erklärung mag gelten, daß hier zunächst verschiedene Methoden zur Anwendung kamen, so daß die Technik noch nicht genügend ausgefeilt war. Zwei Verfahren scheinen über-

legen zu sein: Die AO-Winkelplatte und der PUGH-Laschennagel, die die günstigsten Ergebnisse versprechen. Im übrigen ist anzunehmen, daß bei vielen Autoren eine leichte postoperative Veränderung der Fragmentstellung wegen der guten Heilungstendenz dieser Brüche überhaupt nicht gewertet wurde, während es hier der Fall war.

### 3. Über Nagelbruch, Osteomyelitis und das funktionelle Ergebnis bei den pertrochanteren Frakturen:

Primärer Nagelbruch wurde in keinem Fall gesehen. Hier gilt das gleiche wie bei den Schenkelhalsfrakturen. Diese Komplikation ist erst nach monatelanger Belastung zu erwarten. So berichten TAYLOR, NEUFELD u. NICKEL über 15 und FOSTER über 13 Nagelfrakturen. Sowohl die Anhänger der POHL'schen Laschenschraube SCHUMPELICK, JANTZEN, BLUEMEL, BÖTTGER u. DAHLKE, EHLERS u. MAY, als auch die Vertreter der PUGH-Lasche PUGH, FLEMING und FIELDING u. ZICKEL berichten über keinen einzigen Fall von Nagelbruch, so daß diese Konstruktionen auch im weiteren Verlauf genügend Sicherheit bieten. TAYLOR, NEUFELD u. NICKEL und FOSTER machen für ihre Nagel- und Laschenbrüche zu frühe Belastung verantwortlich, die dann im weiteren Verlauf zur Überforderung des Materials führte. Ein Laschennagel, der zur Versorgung einer pertrochanteren Fraktur angewendet wird, sollte aber gerade die primäre Belastung ohne Schaden aushalten können.

Bei einer Laschennagelung trat postoperativ eine Osteomyelitis auf ( $=0,8\%$ ). FOSTER erlebte zwei Osteomyelitiden bei 100 pertrochanteren Frakturen, während MAATZ (1951) vor dieser Komplikation besonders bei der Y-Nagelung warnt. Allein 9 Infektionen mit drei Knochen-eiterungen verdüstern das Bild bei nur 48 Fällen. BLUEMEL, BÖTTGER u. DAHLKE und EHLERS u. MAY sahen keinen Knocheninfekt nach der Osteosynthese ihrer pertrochanteren Brüche.

Das funktionelle Ergebnis bei Entlassung der 122 Patienten ist aus der Tab. 18 zu ersehen. Bei 62 Patienten war das Gehvermögen gut bis sehr gut ( $=50,8\%$ ), während bei 35 Patienten ( $=28,7\%$ ) nur noch aus-

reichende Gangverhältnisse vorlagen. 25 Patienten (=20,5 %) waren schlecht gehfähig oder bettlägerig. Diese subjektiven Angaben entbehren jeglicher Vergleichsmöglichkeit mit anderen Arbeiten, da bei diesen erstens die Kriterien der Beurteilung anders gestellt wurden, und zweitens meist nur ein Osteosynthese-Verfahren zur Anwendung gelangte. So sahen EHLERS u. MAY bei 92 Patienten, die mit der nicht-sperrenden Laschenschraube von POHL versorgt wurden, in 79,4 % gute bis mäßige Gehleistung, bei 9,8 % stärkere Gehbehinderung, 10,9 % der Patienten waren nicht gehfähig.

#### 4. Nachuntersuchungen:

Die Nachuntersuchungen der pertrochanteren Femurfrakturen erfolgten im gleichen Zeitraum wie bei den Schenkelhalsfrakturen. Auch hier stellt die ausschließliche Erfassung der freiwillig erscheinenden Patienten eine positive Auslese dar. Dagegen ist der postoperative Beobachtungszeitraum von nicht so großer Bedeutung, da die Frakturheilung dieser Brüche meist nach 10 bis 14 Wochen abgeschlossen ist BÖHLER (1954).

49 von 122 lebend entlassenen Patienten erschienen zur Nachuntersuchung. Davon hatten 23 eine POHL'sche Schraube, 19 den PUGH-Laschennagel, sechs waren mit dem Y-Nagel und ein Patient mit einem steilen KÜNTSCHER-Nagel versorgt (Tab. 19).

In der Tab. 20 sind die röntgenologischen Ergebnisse dieser Fälle zusammengefaßt. Auch hier wurde knöcherner Durchbau nur dann gerechnet, wenn im gesamten Frakturbereich trabekuläre Knochenstruktur zu erkennen war. In insgesamt fünf Fällen (drei POHL und zwei PUGH) war meist in der Nähe des Nagels eine Überbrückung ausgeblieben; der restliche Frakturteil war sicher durchbaut und gewährte die Belastungsfestigkeit. Dieses Ausbleiben einer partiellen Überbrückung ist von Interesse, da auch bei pertrochanteren Frakturen Pseudarthrosen entstehen können. TAYLOR, NEUFELD u. NICKEL berichten über 15 Fälle bei 1.500 nachuntersuchten Frakturen also einer Häufigkeit von 1 %. Sie meinen, daß dieser Fehlschlag in allen Bereichen des Trochantermassives auftreten könne, mit Vorliebe aber in der Gegend des Trochanter minor. Auch BAKER berichtet über 11

Pseudarthrosen. Dabei war besonders die Lokalisation im unteren Trochantermassiv der am meisten gefährdete Ort; vor allen Dingen, wenn ein Querbruch durch den Trochanter minor vorlag. Nach BAKER sollte man sich deshalb bei der konservativen Behandlung vor zu starker Extension hüten. Aber auch nach der Osteosynthese vermag eine Instabilität oder eine zu frühzeitige Entfernung des Osteosynthesematerials die Fehlheilung zu begünstigen. CHAPCHAL (1965) weist nachdrücklich auf die Möglichkeit einer Pseudarthrose bei diesen Frakturen hin. Besonders der Laschenteil des Nagels vermag durch Sperrwirkung die Heilung zu verhindern und zerbricht schließlich unter der Belastung. Bei unserem relativ kleinen Krankengut wurde diese Komplikation nicht gesehen.

Auch eine Kopfnekrose fand sich in keinem Fall. Daß sie nach pertrochanteren Frakturen, wenn auch selten, möglich ist, zeigen die Ergebnisse von TAYLOR, NEUFELD u. NICKEL, die zwei Fälle bei 1.500 nachuntersuchten Patienten sahen. Nach JANTZEN ist sowohl nach Hüftprellung als auch nach pertrochanterer Femurfraktur eine Kopfnekrose möglich. Die Ursache derartiger Kopfnekrosen kann aber nach JANTZEN nicht in einer vaskulären Störung liegen. Vielmehr scheinen rein mechanische Momente beim Trauma eine Rolle zu spielen.

Bei 23 nachuntersuchten Patienten mit einer POHL'schen Laschenschraube war es in sechs Fällen (Tab. 20) zum Gleiten der Schraube gekommen. Vier Schrauben waren nach außen, zwei in das Hüftgelenk geglitten. HAUSCHILD beschreibt sogar einen Fall, bei dem die POHL'sche Schraube bis in die Harnblase vorgedrungen war und durch sectio alta entfernt werden mußte. Diesen übertriebenen Gleitvorgang sahen wir bei dem PUGH-Laschennagel nicht, wenn auch in einem Fall primär durch fehlerhafte Technik die Nagelspitze bis zur Hälfte in das Hüftgelenk getrieben worden war. Solche Fehlschläge sollten sich aber vermeiden lassen, wenn man sich nicht zu sehr an die Forderung von PUGH hält, den Nagel bis zur Kopfkortikalis vorzutreiben. Besonders bei den pertrochanteren Frakturen ist das nicht nötig.

Die in Tab. 21 angegebenen Varusfehlstellungen bei 13 von 49 Fällen (=26,5 %) resultiert nicht nur aus der besprochenen Instabilität, sondern auch daraus, daß viele Frakturen gar nicht erst mit einem normalen Schenkelhalswinkel reponiert werden konnten. Wenn man wie

hier eine Winkelveränderung von ca. 5 bis 10 Grad schon als Variierung bezeichnet, so sind diese Ergebnisse gar nicht so schlecht. Denn andere Autoren, die erst bei einer Verminderung des Schenkelhalswinkels von 10 Grad und mehr von einer Varusfehlstellung sprechen, geben folgende Ergebnisse an: EVANS (1951) 26 %, KENNEDY, McFARLANE u. McLACHLIN 29 %, FOSTER 14 %. Die Coxa vara stellt also bei der pertrochanteren Femurfraktur auch nach der Osteosynthese noch die Hauptspätkomplikation dar. Sie ist auch durch die Einführung der operativen Behandlung dieser Frakturen nicht völlig zu beherrschen.

Die in Tab. 22 gegebenen funktionellen Ergebnisse nach MITTAG und MITTAG können nicht mit denen der genannten Autoren verglichen werden, haben sie doch alle ihre pertrochanteren Frakturen konservativ behandelt. Immerhin fallen 36 von 49 Patienten (=73,5 %) in die Gradeinteilung I und II nach MITTAG und MITTAG. Das sind also funktionell zufriedenstellende Ergebnisse, die in anderen Arbeiten auch nicht übertroffen werden. EVANS (1951), KENNEDY, McFARLANE u. McLACHLIN und FOSTER geben in funktioneller Hinsicht gute Ergebnisse zwischen 68 und 78 Prozent an.

## E. ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über den primären Verlauf von 130 Schenkelhalsfrakturen und 122 pertrochanteren und per-subtrochanteren Femurfrakturen, die mit verschiedenen Osteosynthese-Verfahren versorgt wurden, berichtet. Dabei wird besonders das Kriterium der "primären Stabilität und Instabilität" bei den einzelnen Methoden beurteilt. Folgende Schlußfolgerungen werden gezogen:

1. Der Dreilamellen-Nagel ist zur Stabilisierung der Schenkelhalsfraktur nur noch bei besonders günstigen, stabilen Frakturtypen geeignet.
2. Dagegen kann man mit dem PUGH-Laschennagel viel häufiger eine stabile Osteosynthese erzielen, da er erstens durch seinen Laschenteil am Schenkelschaft fixiert ist und sich zweitens durch seinen Gleitmechanismus der Frakturresorption anzupassen vermag. Auf eine mögliche Distraction der Fragmente auch bei diesem Nagel wird hingewiesen.
3. Der steile KUNTSCHER-Nagel und die AO-Winkelplatte stellen ebenfalls stabilisierungsfähige Vorrichtungen dar, die aber nur bei wenigen Fällen beurteilt werden konnten. Eine eigene Aussage ist deshalb über diese Verfahren nicht zu machen.
4. Die nichtsperrende Laschenschraube nach POHL, der einfache Laschennagel und die Transfixation sind nach den Angaben aus der Literatur zur Behandlung der Schenkelhalsfraktur nicht mehr zu empfehlen. Sie wurden hier nur in Einzelfällen angewendet.
5. Der PUGH-Laschennagel vermag die pertrochantere Femurfraktur beim vorliegenden Krankengut besser zu stabilisieren als die POHL'sche Schraube. Besonders das so ungünstige, übermäßige Gleiten wie bei der POHL'schen Schraube tritt nicht auf. Dagegen muß auf eine mögliche Sperrwirkung im subtrochanteren Bereich geachtet werden.
6. Über den steilen KUNTSCHER-Nagel, den Y-Nagel und die AO-Winkelplatte liegen bei pertrochanteren Frakturen zu geringe Erfahrungen vor, als daß daraus ein Schluß gezogen werden könnte. Nach ihrer Konstruktion und den Angaben der Literatur stellen sie sicher stabilisierungsfähige Methoden dar.
7. Die Versorgung einer pertrochanteren Fraktur mit dem einfachen, hier beschriebenen Laschennagel, oder sogar mit dem Dreilamellen-

Nagel, verbietet sich heute aus mechanischen Gesichtspunkten.

Anschließend wurden die Ergebnisse bei den durchgeführten Nachuntersuchungen diskutiert und mit den Angaben anderer Verfasser verglichen.

SCHRIFTTUM

Spezielle Hand- und Lehrbücher

- BÖHLER, L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung. W. Maudrich, Wien 1954.
- CHAPCHAL, G. In: HOHMANN, HACKENBROCH, LINDEMANN: Handbuch der Orthopädie. IV, 1. Seite: 518. G. Thieme, Stuttgart 1961.
- LANGE, M. Chirurgisch-orthopädische Operationslehre. J.F. Bergmann, München 1962.
- MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER Technik der operativen Frakturenbehandlung. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963.
- NIGST, H. Spezielle Frakturen- und Luxationslehre. III, 105. G. Thieme, Stuttgart 1964.

Spezielle Monographien

- CHAPCHAL, G. Orthopädische Chirurgie und Traumatologie der Hüfte. F. Enke-Verlag, Stuttgart 1965.
- FEISENREICH, F. Operative Behandlung der frischen medialen Schenkelhalsfraktur. W. Maudrich, Wien 1937.
- FRANKEL, V.H. The femoral neck. Function, fracture mechanisms, internal fixation. An experimental study. Almquist u. Wiksell, Göteborg/Stockholm 1960.
- JOHANSSON, S. Operative Behandlung von Schenkelhalsfrakturen. G. Thieme, Leipzig 1934.
- KÜNTSCHER, G. Die Praxis der Marknagelung. F.-K.-Schattauer-Verlag, Stuttgart 1962.
- PAUWELS, F. Der Schenkelhalsbruch, ein mechanisches Problem. F. Enke, Stuttgart 1935.
- PUTTI, V. Die operative Behandlung der Schenkelhalsbrüche. F. Enke, Stuttgart 1942.
- ROUX, W. Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. W. Engelmann, Leipzig 1895.

EINZELARBEITEN

- AXHAUSEN, W. Die Nekrose des proximalen Bruchstücks beim Schenkelhalsbruch und ihre Bedeutung für das Hüftgelenk.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 120 (1922), 325.
- AXHAUSEN, W. Die Arthrosis deformans des Hüftgelenkes nach genagelter und knöchern geheilter Schenkelhalsfraktur.- Chirurg 22 (1951), 304.
- AXHAUSEN, W. Die Hüftarthrosis nach Schenkelhalsnagelung.- Wiederherstellungschir. u. Traum. 1 (1953), 162.
- ANDERSON, R., W.B.  
McKIBBIN u. E. BURGESS Intertrochanteric fractures: non-operative, castless, and ambulatory method of treatment.- J. Bone Jt. Surg. 25 (1943), 153.
- BACKMAN, S. Rotational dislocation in fractures of femoral neck.- Acta chir. scand. 104 (1953), 377.
- BAKER, H.R. Non-union of fractures of the trochanteric area of the Femur.- Proc. Western Orthop. Ass. 1958. (Mitteilung bei Nigst.)
- BANKS, H.H. Factors influencing the results in fractures of the femoral neck.- J. Bone Jt Surg. 44 A (1962), 931.
- BASSET, A. Les fractures du col du fémur.- Annales de la clinique chirurgicale du Pro. PIERRE DELBET. Paris, Lib. Alcan., 1920.
- BAUD, B. Coxa vara als Komplikation von fächerförmigen Drahtfixationen pertrochanterer Femurfrakturen.- Chirurg 26 (1955), 468.
- BERENTY, G. Chirurgische Behandlung der pertrochanteren Brüche.- Zbl. Chir. 81 (1956), 1122.
- BESSLER, W., M.  
MÜLLER Autoradiographische Studien bei Femurkopfnekrose.- Arch. orthop. Unfall-Chir. 53 (1961), 320.
- BLOUNT, W.P. Don't throw away the cane.- J. Bone Jt Surg. 38 A (1956), 695.

- BLUEMEL, P. Die Behandlung der pertrochanteren und infratrochanteren Oberschenkelbrüche mit der nichtsperrenden Laschenschraube.- Bruns' Beitr. klin. Chir. 191 (1955), 85.
- BOYD, H.B.,  
I.L. GEORGE Complications of fractures of the neck of the femur.- J. Bone Jt Surg. 29 (1947), 13.
- BÖHLER, L. Zur Behandlung der medialen, subcapitalen, intrakapsulären Schenkelhalsbrüche.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 173 (1932), 71.
- BÖHLER, L.,  
J. ENDER Hüftkopfnnekrosen nach Schenkelhalsnagelung, ihre Häufigkeit und Versuche der Verhütung.- Wiederherstellungschir. u. Traum. 1 (1953), 122.
- BÖTTGER, G.,  
H. DAHLKE Zur operativen Behandlung der per- und subtrochanteren Oberschenkel-frakturen mit der nichtsperrenden Laschenschraube nach POHL.- Chirurg 34 (1963), 514.
- BRODETTI, A. The bloody supply of the femoral neck and head in relation to the damaging effects of nails and screws.- J. Bone Jt Surg. 42 B (1960), 794.
- BRÜTSCH, H. Die Spätkomplikationen nach extra-artikulär genagelten Schenkelhalsfrakturen. Kopfnnekrosen.- Helv. chir. Acta. 13 (1946), 235.
- BRÜTSCH, H.,  
W.J. PIROZYNSKI Zur Behandlung der pertrochanteren Frakturen.- Helv. chir. Acta. 15 (1948), 209.
- BÜRKLE DE LA CAMP, H. Fehler und Gefahren der Alloplastik in der Knochen- und Gelenkchirurgie.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 289 (1958), 463.
- CHARNLEY, J. Treatment of femoral neck fractures by compression.- J. Bone Jt Surg. 41 B (1959), 212.
- CHARNLEY, J.,  
N.J. BLOCKEY, D.W. PURSER The treatment of displaced fractures of the neck of the femur by compression.- J. Bone Jt Surg. 39 B (1957), 45.
- CLAFFEY, T.J. Avascular necrosis of the femoral head.- J. Bone Jt Surg. 42 B (1960), 802.

- CLEVELAND, M.,  
W.L. BAILEY      An end-result study of intracapsular fracture of the neck of the femur.- Surg. Gynec. Obstet. 90 (1950), 393.
- CRAWFORD, H.B.      Conservative treatment of impacted fractures of the femoral neck.- J. Bone Jt Surg. 42 A (1960), 471.
- EHALT, W.      Nagelung pertrochanterer Oberschenkelbrüche.- Z. Orthop. 80 (1951), 3.
- EHLERS, C.TH.,  
E. MAY      Operative Behandlung pertrochanterer Oberschenkelbrüche im höheren Lebensalter mit der Laschenschraube nach POHL.- Mschr. Unfallheilk. 67 (1964), 163.
- ENDER, J.      Behandlung der intracapsulären Schenkelhalsbrüche und ihre Folgen.- Chirurg 23 (1952), 230.
- EVANS, E.M.      The treatment of trochanteric fractures of the femur.- J. Bone Jt Surg. 31 B (1949), 190.
- EVANS, E.M.      Trochanteric fractures.- J. Bone Jt Surg. 33 B (1951), 192.
- EYRE-BROOK, A.L.,  
K.H. PRIDE      Intracapsular fractures of the neck of the femur; final results of 75 consecutive cases treated by the method of pinning.- Brit. J. Surg. 29 (1941), 115.
- FELSENREICH, F.      Histologische Untersuchungen an operierten Schenkelhalsbrüchen. I. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 192 (1938), 490.
- FELSENREICH, F.      II. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 194 (1938), 96.
- FELSENREICH, F.      III. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 194 (1939), 584.
- FELSENREICH, F.      IV. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 195 (1939), 30.
- FELSENREICH, F.      V. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 195 (1939), 413.
- FELSENREICH, F.      VI. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 195 (1939), 589.
- FELSENREICH, F.      VII. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 198 (1940), 4.

- FELSENREICH, F. VIII. Mitteilung.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 198 (1940), 532.
- FELSENREICH, F. Spätergebnisse der Nagelung des frischen medialen Schenkelhalsbruchs.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 196 (1939), 567.
- FIELDING, J.W.,  
H.J. WILSON,  
R.E. ZICKEL A Continuing endresult study of intracapsular fracture of the neck of the femur.- J. Bone Jt Surg. 44 A (1962), 965.
- FIELDING, J.W.,  
R.E. ZICKEL Pugh nail fixation of displaced intracapsular fracture of the femoral neck.- Surg. Gynec. Obstet. 118 (1964), 1080.
- FLATMARK, A.L.,  
T. LONE The prognosis of abduction fracture of the neck of the femur.- J. Bone Jt Surg. 44 B (1962), 324.
- FLEMING, J.L. The Pugh nail in the treatment of hip fractures.- Surg. Clin. N. Amer. 39 (1959), 1507.
- FOSTER, J.C. Trochanteric fractures of the femur treated by the vitallium McLaughlin nail and plate.- J. Bone Jt Surg. 40 B (1958), 684.
- FRANKEL, V.H. Mechanical principles of internal fixation of the femoral neck.- Acta chir. scand. 117 (1959), 427.
- GELBKE, H.,  
H. DZIEKAN Late results following nailing of fractures of femoral neck.- Zbl. Chir. 77 (1952), 316.
- GERBER, G. Spätergebnisse nach Schenkelhalsfrakturen unter besonderer Berücksichtigung sozialer Gesichtspunkte.- Zbl. Chir. 78 (1953), 1505.
- GREISSINGER, H.,  
H. KEYSSLER Zur Behandlung des medialen Schenkelhalsbruchs mit dem Laschennagel.- Chirurg 31 (1960), 176.
- HAASCH, K. Behandlung und Ergebnisse der pertrochanteren Oberschenkelfraktur.- Zbl. Chir. 83 (1958), 754.
- HAASCH, K. Ergebnisse der Nagelung pertrochanterer Femurfrakturen.- Chirurg 30 (1959), 168.
- HAUSCHILD, W. Fehler und Gefahren der Schenkelhalsverschraubung nach Pohl.- Zbl. Chir. 84 (1959), 1006.

- JANTZEN, P.M. Traumatische Hüftkopfnnekrosen.- Arch. orthop. Unfall-Chir. 51 (1959), 44.
- JANTZEN, P.M.,  
U. SCHUSTER Hüftkopfnnekrosen nach lateralen Schenkelhalsfrakturen.- Z. Orthop. 92 (1959), 50.
- JENSENIUS, H. Osteosynthesis of medial fractures of neck: follow-up study with special reference to capital necrosis.- Acta chir. scand. 111 (1956), 322.
- JERUSALEM, M. Zur operativen Behandlung der Schenkelhalsbrüche.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 173 (1932), 72.
- JEWETT, E.L. One-piece angle nail for trochanteric fractures.- J. Bone Jt Surg. 23 (1941), 803.
- JOHANSSON, S. Zur Technik der Osteosynthese der Fractura colli femoris.- Zbl. Chir. 59 (1932), 2019.
- KEIL, W. Gelungene Extraktion eines gebrochenen Schenkelhalsnagels.- Chirurg 20 (1949), 239.
- KENNEDY, J.C.,  
McFARLANE, R.M.,  
McLACHLIN, A.D. The Moe Plate in Intertrochanteric Fractures of the Femur.- J. Bone Jt Surg. 39 B (1957), 451.
- KLUG, W. Spätergebnisse der Schenkelhalsnagelung.- Zbl. Chir. 88 (1963), 1158.
- KOCH, C.F.A. Die Bolzung der medialen Schenkelhalsbrüche.- Dtsch. med. Wschr. 52 (1926), 612.
- KOLB, O. Nachuntersuchungen an genagelten Schenkelhalsfrakturen.- Chirurg 21 (1950), 467.
- KÖNIG, F. Über Schenkelhalsfrakturen.- Verh. dtsh. Ges. Chir. 1878 I, 93  
1893, I, 103  
1902 I, 52.
- KRABEL, M. Über Oberschenkelbrüche.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 173 (1932), 195.
- KROENER, D. Versorgung von Schenkelhalsfrakturen mit gleitenden Schrauben.- Mschr. Unfallheilk. 69 (1966), 267.

- KURT, H. Erfahrungen mit der Laschennagelung der medialen Schenkelhalsfraktur.- Wiederherstellungschir. u. Traum. 1 (1953), 183.
- KÜNTSCHER, G. Zur Technik der Schenkelhalsnagelung.- Zbl. Chir. 1948/I, 1164.
- KÜNTSCHER, G. Die vollautomatische Schenkelhalsnagelung.- Z. Orthop. 84 (1953), 17.
- LAING, P.G.,  
O'DONNELL, J.M. The engineering design of hip nails and the development of the H-beam nail.- Surg. Gynec. Obstet. 112 (1961), 567.
- LANGENBECK v., B. Über Schenkelhalsfrakturen.- Verh. dtsch. Ges. Chir 1878 I, 92-93.
- LEIMBACH, G. Zur Technik der Einrichtung der medialen Schenkelhalsfraktur.- Mschr. Unfallheilk. 59 (1956), 129.
- LENTZ, W. Behandlungsergebnisse bei der medialen Schenkelhalsfraktur.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 282 (1955), 260.
- LEVEUF, J.,  
GIRODE, CH. Le traitement des fractures du col du fémur par la method du Pro. PIERRE DELBET.- Paris, Masson et Cie.- 1927.
- LEXER, E. Zur Bolzung von Schenkelhalsbrüchen.- Dtsch. med. Wschr. 52 (1926), 1115.
- LINTON, P. On the different types of intracapsular fractures of the femoral neck; a surgical investigation of the origin, treatment, prognosis and complications in 365 cases.- Acta chir. scand. Suppl. 90 (1944), 86.
- LINTON, P. Types of displacement in fractures of the femoral neck and observations on impaction of fractures.- J. Bone Jt Surg. 31 B (1949), 184.
- MAATZ, R. Ergebnisse der operativen Behandlung pertrochanterer Frakturen.- Zbl. Chir. 74 (1949), 318.
- MAATZ, R. Zur Kritik der Schenkelhalsnagelung.- Zbl. Chir. 75 (1950), 549.
- MAATZ, R. Die Marknagelung bei der pertrochanteren Femurfraktur.- Hefte Unfallhk. 40 (1951), 75.

- MAATZ, R.  
Zur Frage der Kopfnekrosen nach medialer Schenkelhalsfraktur.- Zbl. Chir. 77 (1952), 1717.
- MAATZ, R.,  
HAASCH, K.  
Wesen und Technik der Nagelung pertrochanterer Oberschenkelfrakturen mit geradem Küntscher-Nagel-Chirurg 30 (1959), 177.
- MAATZ, R.,  
LEMPERT, H.  
Zur Kopfnekrose nach medialer Schenkelhalsfraktur.- Chirurg 23 (1952), 304.
- MAATZ, R.,  
LENTZ, W.  
Gibt es eine stabile Osteosynthese am Schenkelhals? Langenbecks Arch. klin. Chir. 266 (1950), 192.
- McELVENNY, R.T.  
Roentgenographic interpretation of what constitutes adequate reduction of femoral neck fractures.- Surg. Gynec. Obstet. 80 (1945), 97.
- McLAUGHLIN, H.L.  
Adjustable internal fixation element for hip.- Amer. J. Surg. 73 (1947), 150.
- MAGNUS, G.  
Oberschenkelbrüche.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 173 (1932), 805.
- MANNINGER, J.,  
SZABO, L., KÁZAR, G.  
Die Bedeutung der Lage des Nagels in der Heilung medialer Varus-Frakturen des Schenkelhalses.- Mschr. Unfallheilk. 64 (1961), 344.
- MEHLHORN, H.  
Zur Behandlung der pertrochanteren Oberschenkelfraktur.- Chirurg 23 (1952), 562.
- MERLE D'AUBIGNÉ, R.  
Traitement des necroses traumatiques de la tête du fémur.- Wiederherstellungschir. u. Traum. 1 (1953), 108.
- MERLE D'AUBIGNÉ, R.,  
COMIER, R.  
Traumatic necrosis of head not including pseudarthroses.- Rev. Chir. orthop. 42 (1956), 246.
- MEYER, H.  
Ist die konservative Behandlung der pertrochanteren Fraktur heute noch vertretbar? - Chirurg 29 (1958), 515.
- MITTAG, CH.,  
MITTAG, G.  
Behandlung, Verlauf und Spätschicksal von 300 Schenkelhalsfrakturen.- Chirurg 27 (1956), 224.

- MOSER, H. Neue Erkenntnisse über die pertrochanteren Bruchformen; ihre Röntgendarstellung und Pathogenese.- Schweiz. med. Wschr. 78 (1948), 1088.
- MÜLLER, M.E. Zur Reposition und Osteosynthese des Schenkelhalsadduktionsbruches.- Helv. chir. Acta. 24 (1957), 237.
- MÜLLER, M.E. Die Verwendung von Kunstharzen in der Knochenchirurgie.- Arch. orthop. Unfall-Chir. 54 (1962), 513.
- MÜLLER, M.E. Ostamer und Palacos in der Knochenchirurgie.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 304 (1963), 934.
- MÜLLER, M.E. Kunstharze in der Knochenchirurgie.- Helv. chir. Acta. 30 (1963), 121.
- NEER, C.S.,  
McLAUGHLIN, H.L. Intracapsular fractures of the neck of the femur. Follow-up report of 130 patients treated by internal fixation with the Smith-Petersen nail.- Amer. J. Surg. 76 (1948), 528.
- PAUWELS, F. Neue Methode zur Behandlung der Schenkelhalspseudarthrosen.- Zbl. Chir. 52 (1925), 220.
- PAUWELS, F. Neue Methode zur Behandlung der Schenkelhalspseudarthrosen.- Z. orthop. Chir. 51 (1929), 125.
- PAUWELS, F. Grundsätzliches über Indikation und Technik der Umlagerung bei Schenkelhalspseudarthrose.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 262 (1949), 404.
- PAUWELS, F. Spätfolgen der Schenkelhalsfraktur.- Hefte Unfallhk. 45 (1953), 22.
- PHEMISTER, D.B. Treatment of the necrotic head of femur in adults.- J. Bone Jt Surg. 31 A (1949), 55.
- PUGH, W.L. A self-adjusting nail-plate for fractures about the hip-joint.- J. Bone Jt Surg. 37 A (1955), 1085.
- REIMERS, C. Die Verschraubung medialer Schenkelhalsbrüche.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 270 (1951), 449.
- REIMERS, C. Die Behandlung der Frakturen des oberen Femurdrittels.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 282 (1955), 228.

- REIMERS, C.                      Zur Problematik des Schenkelhalsbruches.-  
Zbl. Chir. 85 (1960), 78.
- SALEM, G.                        Erfahrungen bei 798 Schenkelhalsfrakturen.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 268 (1951), 602.
- SCHECK, M.                      Intracapsular fractures of the femoral neck. Comminution of the posterior neck cortex as a cause of unstable fixation.-  
J. Bone Jt Surg. 41 A (1959), 1187.
- SCHEUBA, G.                    Die Behandlung der pertrochanteren Oberschenkelhalsfraktur mit Palacos.-  
Mschr. Unfallheilk. 69 (1966), 361.
- SCHEUBA, G.                    Zur Osteosynthese pertrochanterer Oberschenkelhalsfrakturen.-  
Mschr. Unfallheilk. 69 (1966), 469.
- SCHMORL, G.                    Die pathologische Anatomie der Schenkelhalsfrakturen.-  
Münch. med. Wschr. 71 (1924), 1381.
- SCHOCH, J.                      Zur Biologie und Mechanik bei der Nagelung der medialen Schenkelhalsfraktur.-  
Z. Orthop. 89 (1958), 485.
- SCHUMPELICK, W.                Die stabile Osteosynthese des medialen Schenkelhalsbruches mit der verbundenen Doppelschraube.-  
Chirurg 26 (1955), 131.
- SCHUMPELICK, W.,  
JANTZEN, P.M.                Die Verbindung der Frakturen im Trochanterbereich mit einer nicht spannenden Laschenschraube.-  
Chirurg 24 (1953), 506.
- SMITH, F.B.                    Effects of rotatory and valgus malpositions on blood supply to the femoral head.-  
J. Bone Jt Surg. 41 A (1959), 800.
- SMITH-PETERSEN, M.N.            Treatment of fractures of the neck of the femur by internal fixation.-  
Surg. Gynec. Obstet. 64 (1937), 287.
- SMITH-PETERSEN, M.N.  
CAVE, E.F.,  
VANGORDER, G.W.              Intracapsular fractures of the neck of the femur.-  
Arch. Surg. 23 (1931), 715.
- SPEED, T.                      Treatment of postoperative infection for fracture of neck of femur.-  
Surg. Gynec. Obstet. 80 (1945), 474.

- SPIER, W.H. Frakturen des proximalen Oberschenkels.-  
Mschr. Unfallheilk. 69 (1966), 482.
- SPOHN, K. Ergebnisse bei konservativer Behandlung pertrochanterer Schenkelhalsbrüche.-  
Hefte Unfallhk. 55 (1957), 138.
- SPOTOFT, J. Osteosynthesis of the neck of the femur.-  
J. Bone Jt Surg. 31 A (1949), 836.
- STOECKEL, W. Nachuntersuchungen an Schenkelhalsfrakturen.- Langenbecks Arch. klin. Chir. 266 (1950), 133.
- STOECKEL, W. Schenkelhalsnagelung und Peroneuslähmung.-  
Chirurg 21 (1951), 40.
- STÖHR, W. 27 mediale Schenkelhalsbrüche und ihre Ergebnisse bei konservativer Behandlung.- Arch. orthop. Unfall-Chir. 36 (1936), 143.
- TAYLOR, G.M.,  
NEUFELD, A.J.,  
NICKEL, V.L. Complications and failures in operative treatment of intertrochanteric fractures of femur.-  
J. Bone Jt Surg. 37 A (1955), 306.
- THORNTON, L. Piedmont Hosp. Bull., Baltimore. 10 (1937), 1.  
Mitteilung bei BERENTY.
- TRUETA, J. The normal vascular anatomy of the human femoral head during growth.-  
J. Bone Jt Surg. 39 B (1957), 358.
- TRUETA, J.,  
HARRISON, M.H.M. The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man.-  
J. Bone Jt Surg. 35 B (1953), 442.
- VALLS, J. Technik und neues Führungsinstrument für die extraartikuläre Nagelung von Schenkelhalsbrüchen.-  
Zbl. Chir. 64 (1937), 1170.
- VOLKERT, R. Ergebnisse der Nagelung medialer Schenkelhalsfrakturen.-  
Arch. orthop. Unfall-Chir. 45 (1952), 86.
- WASSNER, U.J. Zur operativen Versorgung der medialen Schenkelhalsfraktur.-  
Chirurg 26 (1955), 83.
- WEIS, J. Über die Technik der Schenkelhalsnagelung bei pertrochanteren Brüchen.-  
Chirurg 21 (1950), 44.

- WHITMAN, R. A new method of treatment for fracture of the neck of the femur, together with remarks on coxa vara.- Ann. Surg. 36 (1902), 746.
- WHITMAN, R. Ein weiterer Beitrag zur Abduktionsbehandlung der Schenkelhalsfraktur.- Z. orthop. Chir. 24 (1906), 161.
- WHITMAN, R. A review of the campaign for the establishment of surgical principles in the treatment of fracture of the neck of the femur.- J. Bone Jt Surg. 20 (1938), 960.
- WINKELBAUER, A.,  
MOSER, H. Die belastungsfähig genagelte per-trochantere Fraktur.- Schweiz. med. Wschr. 81 (1951), 305.
- WITT, A.N. Ein neues sicheres Zielgerät für die Schenkelhalsnagelung und Hüftarthro-dese.- Z. Orthop. 79 (1950), 396.
- WOODHOUSE, C.F. Tetracycline vascular maps of the femoral head.- J. Bone Jt Surg. 44 A (1962), 1029.
- WOODHOUSE, C.F. Anoxia of the femoral head.- Surgery 52 (1962), 55.

Herrn Professor Dr. med. Günter Friedebold danke ich hiermit für die freundliche Überlassung des Themas und für seine anregende Beratung und Unterstützung bei der Auswertung des Krankengutes.



## L e b e n s l a u f

Ich wurde als vierter Sohn des Vermessungsrates Günter Kossyk und seiner Gattin Sophie Kossyk, geb. Neumann, am 11.3.1940 in Berlin geboren. Im Jahre 1943 zogen wir nach dem Tode meines Vaters nach Greifendorf in Sachsen. Dort blieben wir bis zum Ende des Krieges.

1946 wurde ich an der 6. Grundschule in Berlin-Steglitz eingeschult und besuchte diese bis zum Frühjahr 1952. Dann, von 1952 bis zum Februar 1959, ging ich auf die Paulsen-Oberschule in Berlin-Steglitz und legte dort am 17.2.1959 meine Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1959 wurde ich an der medizinischen Fakultät der FU-Berlin immatrikuliert und bestand im März 1962 die ärztliche Vorprüfung. Das Sommersemester 1962 studierte ich an der medizinischen Fakultät der Universität Innsbruck. Vom Wintersemester 1962/63 an war ich wieder an der FU-Berlin eingeschrieben und bestand im März 1966 die ärztliche Prüfung.









